

**UNIVERSIDADE DE LISBOA**



**Tarefas de Investigação e *Role Play* para a Aprendizagem da  
Temática Som. Um trabalho com alunos do 8.<sup>o</sup> ano**

**ESPERANÇA MARIA DE OLIVEIRA NETO**

**Mestrado em Ensino de Física e Química do 3.<sup>o</sup> Ciclo do Ensino Básico e  
do Ensino Secundário**

**Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pela Professora  
Doutora Mónica Luísa Mendes Baptista**

**2016**



**UNIVERSIDADE DE LISBOA**



**Tarefas de Investigação e *Role Play* para a Aprendizagem da  
Temática Som. Um trabalho com alunos do 8.<sup>o</sup> ano**

**ESPERANÇA MARIA DE OLIVEIRA NETO**

**Mestrado em Ensino de Física e Química do 3.º Ciclo do Ensino Básico e  
do Ensino Secundário**

**Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pela Professora  
Doutora Mónica Luísa Mendes Baptista**

**2016**



# Agradecimentos

À Professora Doutora Mónica Baptista, pelo incansável apoio, pelo incentivo, pelo otimismo, pela amizade e pela total disponibilidade que me acompanhou em todas etapas deste mestrado. Sem o seu apoio este trabalho não teria sido possível.

À Professora Carla Matoso por todo o apoio, pela disponibilidade com que me recebeu e acompanhou o meu trabalho. A sua relação com os alunos e conhecimento contribuíram para melhorar a minha visão do que é ser professor.

Ao Professor Doutor Rui Agostinho pela disponibilidade e a revisão da fundamentação científica.

Aos alunos que participaram neste trabalho, a colaboração e a disponibilidade com que me receberam.

À Professora Teresa Conceição pela simpatia, pelo incentivo e pela preciosa ajuda.

Aos meus amigos por multiplicarem as minhas alegrias e me ajudarem a ultrapassar os momentos mais difíceis. Que triste seria a vida sem amigos.

Ao meu pai, aos meus irmãos e aos meus sobrinhos pelo carinho e pelo apoio.

Aos meus queridos tios, os meus segundos pais, por estarem sempre presentes na minha vida.

Ao Rafael, um agradecimento especial, pelo carinho, pelo amor e pela ajuda, por fazer parte dos meus dias e dos meus projetos.

À minha mãe Teresa por ter sido e continuar a ser uma inspiração. Já passaram aproximadamente dois meses e a saudade aumenta de dia para dia. Obrigada por todos os momentos!

À minha filha Margarida que com 16 meses me permitir descobrir o mundo através dos seus olhos e me dá o melhor da vida.



## Resumo

Este trabalho tem como finalidade conhecer de que forma a abordagem da temática som, recorrendo a tarefas de investigação e *role play*, fomenta a aprendizagem dos alunos. Neste sentido, pretende-se identificar as dificuldades sentidas pelos alunos e as estratégias que utilizam na realização das tarefas, as aprendizagens que realizam e a avaliação que fazem às tarefas propostas. A intervenção decorre numa turma do 8.º ano, constituída por 20 alunos, dos quais seis são rapazes e catorze são raparigas. Para atingir as finalidades apresentadas são implementadas quatro tarefas de investigação e uma tarefa de *role play*, no âmbito da temática som, ao longo de treze aulas de 45 minutos. Neste estudo é utilizada uma metodologia de investigação qualitativa, dado que se pretende conhecer e descrever as reações dos alunos, em ambiente de sala de aula, ao serem implementadas tarefas de investigação e de *role play*. A recolha de dados é realizada através de entrevistas em grupo focado, documentos escritos e observação, nomeadamente notas de campo e registos áudio. Os resultados mostram que os alunos sentiram dificuldades na realização das tarefas, nomeadamente no domínio do conhecimento, da comunicação e das atitudes. Contudo, os resultados, também, indicam que os alunos superaram as dificuldades encontradas, e realizaram aprendizagens, essencialmente no domínio do conhecimento científico, do conhecimento processual e da comunicação. A pesquisa de informação e a partilha de ideias foram algumas das estratégias utilizadas pelos alunos para ultrapassar as dificuldades sentidas. Os resultados evidenciam, ainda, que os alunos gostaram de realizar as tarefas propostas, que sentiram especial interesse pela tarefa de *role play* e que a realização das tarefas foram facilitadoras da sua aprendizagem sobre a temática som.

**Palavras-chaves:** Som, Tarefas de investigação, *Role play*, Literacia científica, Desenvolvimento de competências.





# Abstract

The main purpose of this work is to understand how approach the sound theme, using inquiry and role play, to foster student learning. Thus, we intend to identify the difficulties experienced by the students and the strategies they use when working with the tasks, their learning and the view that students make of the proposed tasks. The work was conducted in an 8<sup>th</sup> grade class, involving 20 students, from which six are males and fourteen are females. To achieve the goals presented they are implemented four research tasks and one role play task, under the sound theme over thirteen classes of 45 minutes. In this study a qualitative research methodology was used. The aim is to discover and describe the reactions of the students in the classroom environment, when inquiry and role play are implemented. Data collection was made through the group interviews, written documents and observation, namely field notes and audio records. The results showed that students felt difficulties in some tasks, particularly in terms of knowledge, communication and attitudes. However, the results also revealed that the students overcame their difficulties and developed their competences, mainly in the field of scientific knowledge and communication. The search of information and the share of ideas were some of the strategies used by the students to overcome the difficulties. The results also provided that the students like to perform the proposed tasks, they feel special interest in role play task and that the tasks facilitates their learning about the sound theme.

**Keywords:** Sound, Inquiry, Role play, Scientific literacy, Competences developed.



# ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE QUADROS .....	xiv
-------------------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
-------------------------	----

## CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO .....	1
------------------	---

Organização do trabalho .....	3
-------------------------------	---

## CAPÍTULO 2

ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....	5
-----------------------------	---

Educação em Ciências .....	5
----------------------------	---

Finalidades do Ensino das Ciências .....	6
--	---

Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente .....	8
---	---

Estratégias de Ensino .....	9
-----------------------------	---

Tarefas de Investigação .....	9
-------------------------------	---

<i>Role play</i> .....	13
------------------------	----

## CAPÍTULO 3

PROPOSTA DIDÁTICA .....	15
-------------------------	----

Fundamentação Científica .....	15
--------------------------------	----

Produção e Propagação do Som .....	16
------------------------------------	----

Atributos do Som .....	19
------------------------	----

Espetro sonoro .....	20
----------------------	----

Detecção do som .....	21
-----------------------	----

Fundamentação Didática .....	25
------------------------------	----

Enquadramento Curricular .....	25
--------------------------------	----

Organização da Proposta Didática .....	26
--	----

Breve descrição das tarefas .....	33
-----------------------------------	----

Tarefas de Investigação .....	33
-------------------------------	----

<i>Role play</i> .....	36
------------------------	----

Avaliação dos alunos .....	38
----------------------------	----

## **CAPÍTULO 4**

### **MÉTODOS E PROCEDIMENTOS .....41**

Metodologia de Investigação .....	41
Participantes .....	42
Recolha de dados.....	43
Entrevista.....	43
Observação .....	45
Documentos escritos .....	46
Análise de dados.....	47

## **CAPÍTULO 5**

### **RESULTADOS .....49**

Dificuldades sentidas e estratégias utilizadas pelos alunos na realização das tarefas sobre o som.....	49
Conhecimento.....	49
Conhecimento científico .....	49
Conhecimento Processual .....	53
Comunicação.....	56
Atitudes .....	60
Estratégias .....	62
Aprendizagens realizadas pelos alunos.....	66
Conhecimento científico .....	66
Conhecimento processual.....	69
Construção de instrumentos musicais .....	69
Formulação de questões .....	70
Argumentação .....	73
Avaliação dos alunos às tarefas propostas .....	78
Gosto e interesse.....	78

## **CAPÍTULO 6**

### **DISCUSSÃO, CONCLUSÃO E REFLEXÃO FINAL .....83**

Discussão dos Resultados .....	83
Conclusão.....	86
Reflexão final.....	87

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>91</b>
---	-----------

## **APÊNDICES**

<b>APÊNDICE A - .....</b>	<b>101</b>
<b>PLANIFICAÇÃO DAS AULAS .....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>127</b>
<b>RECURSO DE APOIO ÀS AULAS: TAREFAS .....</b>	<b>127</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>143</b>
<b>CARTA DE AUTORIZAÇÃO.....</b>	<b>143</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>147</b>
<b>GUIÃO DE ENTREVISTA EM GRUPO FOCADO.....</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>151</b>
<b>INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO .....</b>	<b>151</b>
<b>APÊNDICE F.....</b>	<b>169</b>
<b>TESTE E CRITÉRIOS DE CORREÇÃO .....</b>	<b>169</b>

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 3.1</b> <i>Valor da velocidade de propagação do som em diversos meios materiais.....</i>	<i>17</i>
<b>Quadro 3.2</b> <i>Intensidade e Níveis de Intensidade de algumas fontes sonoras comuns.....</i>	<i>24</i>
<b>Quadro 3.3</b> <i>Conceitos científicos mobilizados respetivamente na tarefa de investigação e tarefa de role play.....</i>	<i>30</i>
<b>Quadro 3.4</b> <i>Competências mobilizadas nas tarefas de investigação e de role play.....</i>	<i>33</i>
<b>Quadro 3.5</b> <i>Identificação de cada fase do modelo dos cinco E's nas tarefas de investigação propostas.....</i>	<i>36</i>
<b>Quadro 4.1</b> <i>Habilitações académicas dos encarregados de educação e pais dos alunos.....</i>	<i>42</i>
<b>Quadro 4.2</b> <i>Categorias e subcategorias de análise para as questões em estudo.....</i>	<i>48</i>
<b>Quadro 5.1</b> <i>Frequência dos diversos tipos de argumentos utilizados na discussão realizada na tarefa 5.....</i>	<i>74</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Dimensões do trabalho investigativo (Wellington, 2000, p. 142).....	11
<b>Figura 3.1.</b> Espetro sonoro de dois instrumentos, o violino e o piano. Nos dois exemplos a frequência fundamental é de 440 Hz (nota lá) (Retirado de Resnick & Halliday, 1983, p.142).....	20
<b>Figura 3.2</b> Ecografia fetal. (retirado de <a href="http://visualmed.usal.es/?page_id=175">http://visualmed.usal.es/?page_id=175</a> ).....	21
<b>Figura 3.3</b> Ouvido humano. (retirado de <a href="http://www.studiomel.com/58.html">http://www.studiomel.com/58.html</a> a 24 de janeiro de 2016).....	22
<b>Figura 3.4</b> Intervalo médio dos valores de nível sonoro da audição humana. (Retirado de Halliday & Resnick, 1991, p.142).....	23
<b>Figura 3.5</b> Esquema organizador dos quatro temas (retirado de Galvão et al., 2001, p.10).....	25
<b>Figura 3.6</b> Esquema organizador dos conceitos a abordar ao longo da subunidade didática.....	27
<b>Figura 3.7</b> Sequência das aulas lecionadas e das tarefas realizadas pelos alunos sobre a temática Som.....	32
<b>Figura 5.1</b> Instrumentos musicais elaborados pelos alunos a partir de resíduos sólidos urbanos.....	70





# CAPÍTULO 1

---

## INTRODUÇÃO

A mudança tecnológica acelerada e a globalização do mercado impõem cidadãos com competências diversificadas, capacidades de comunicação e a capacidade de aprendizagem ao longo da vida (Galvão, 2004). Hoje em dia, é reconhecido que a educação em ciências deve contribuir para desenvolver indivíduos mais informados, cientificamente cultos, o que implica desenvolver atitudes, valores e competências que possibilitem a tomada de posição em relação a questões científicas ou socio científicas (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002). Um dos objetivos da educação é a formação de cidadãos socialmente responsáveis e, como tal, o ensino das ciências não pode apresentar um caráter essencialmente transmissivo e limitado à sala de aula, onde se aprendem, somente, conceitos e teorias, mas deve também valorizar aspetos sociais e pessoais (Fontes & Silva, 2004). As principais finalidades da educação em ciências estão relacionadas com o desenvolvimento de competências, que proporcione o pensamento crítico dos alunos “na tomada de decisão e na resolução de problemas” desde o nível pessoal ao nível social (Magalhães & Vieira, 2006, p. 86) e a compreensão das relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (CTSA).

O desenvolvimento da literacia científica nos indivíduos é reconhecido como necessário para uma cidadania responsável e ativa (Solomon, 1995 citado por Fontes & Silva, 2004). Segundo Canavarro (1999), a *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) no Project 2061 refere a literacia científica como “a capacidade de utilizar o conhecimento científico para fins pessoais e sociais” (p.136). A educação em ciências deve visar a literacia científica em três dimensões: aprender ciências, adquirindo conhecimento conceptual e teórico; aprender sobre ciências, compreendendo a natureza, a história e os métodos da ciência, e as relações CTSA; fazer ciência, adquirindo experiências em investigações científicas e resolução de problemas (Hodson, 1998). Nas orientações curriculares para as Ciências Físicas Naturais é apresentado, para a promoção da literacia científica, como fundamental o ensino das ciências para todos e que proporcione o desenvolvimento de competências em diferentes domínios: conhecimento

científico, conhecimento processual, raciocínio, comunicação e atitudes (Galvão et al., 2001). Tais competências são essenciais para a formação de cidadãos capazes de tomar decisões informadas e para todos aqueles alunos cujas escolhas profissionais necessitem da abordagem lógica inerente à ciência (Galvão et al., 2016). Neste sentido, para que os alunos desenvolvam competências em diversos domínios é necessário que o professor propicie experiências educativas diferenciadas, que vão ao encontro dos interesses e necessidades dos alunos e que captem a dimensão CTSA da ciência (Galvão et al., 2001). Segundo Aikenhead (1994a) um ensino centrado na abordagem CTS proporcionará: um aumento da literacia científica; um aumento de interesse dos alunos pela ciência e pela tecnologia; uma visão integrada das relações entre a ciência e a tecnologia e a sociedade; uma melhoria da capacidade crítica, do raciocínio, da criatividade e da tomada de decisão. A alteração de estratégias pedagógicas, de um ensino mais tradicional para outro em que os alunos passam para uma nova rotina que os envolva ativamente em sala de aula e os motive, pode ser um aspeto importante para ultrapassarem as dificuldades que se sentem na aprendizagem das ciências (Osborne & Dillon, 2008)

Assim, a realização de tarefas de investigação e de *role play* surgem como estratégias de ensino e aprendizagem com grandes potencialidades para os alunos aprenderem ciência e sobre ciência (NRC, 2000). As tarefas de investigação, na sala de aula, colocam os alunos no centro das suas aprendizagens, fomentando a procura de uma resposta para um problema relacionado com o seu interesse. Para tal, os alunos planificam experiências que lhe permitem testar as soluções propostas, executam-nas, recolhem evidências, analisam os resultados e tiram conclusões. Com as tarefas de *role play*, os alunos têm a possibilidade de discutir diversos assuntos, permitindo que interajam e comuniquem entre si, quer para defender um determinado ponto de vista quer para expressar sentimentos. Estas tarefas permitem o desenvolvimento de competências ao nível da comunicação, promovendo a linguagem científica (Ments, 1999) e proporcionam a cooperação, a criatividade, a interdisciplinaridade, a interatividade e a socialização (Grando & Tarouco, 2008, citados por Oliveira & Zuin, 2009). Ao envolverem problemas e questões relacionados com situações do dia a dia e com as vivências dos alunos, as tarefas de investigação e de *role play* podem, por isso, promover o interesse e a motivação dos alunos, abrindo caminho para a aprendizagem. Nesta perspetiva de ensino que valoriza um papel mais ativo do aluno propõe-se a implementação de práticas em sala de aula com recurso a tarefas de investigação e *role play*. Neste sentido, a finalidade deste

trabalho é conhecer de que forma a abordagem da temática som, recorrendo a tarefas de investigação e *role play*, fomenta a aprendizagem dos alunos. De acordo com a problemática deste trabalho foram identificadas três questões orientadoras:

- Que dificuldades sentem os alunos na realização das tarefas sobre o som? Que estratégias utilizam para superar as dificuldades?
- Que aprendizagens realizam os alunos no desenvolvimento das tarefas sobre o som?
- Que avaliação fazem os alunos das tarefas propostas?

## **Organização do trabalho**

Este trabalho está organizado em seis capítulos. No primeiro capítulo, faz-se uma breve introdução do trabalho, contextualiza-se o problema de investigação e apresentam-se as questões orientadoras. O segundo capítulo corresponde ao enquadramento teórico e está dividido em duas secções. A primeira secção refere-se à educação em ciências, onde se apresentam as finalidades do ensino das ciências e se descrevem os propósitos do movimento CTSA e, na segunda secção, exploram-se as estratégias de ensino, mais concretamente as características e os objetivos das tarefas de investigação e tarefas de *role play*. No terceiro capítulo apresenta-se a proposta didática para o ensino do tema som. Este capítulo está organizado em duas secções: a fundamentação científica e a fundamentação didática. Na primeira são referidos os principais conceitos científicos que se vão desenvolver e, na segunda, faz-se o enquadramento das tarefas segundo as orientações curriculares, a organização da proposta didática, uma breve descrição das tarefas e o modo como os alunos vão ser avaliados. No capítulo quatro encontra-se a fundamentação metodológica utilizada neste trabalho. Apresenta-se o método de investigação a utilizar, caracterizam-se os participantes, descrevem-se os instrumentos de recolha de dados utilizados e a forma como vão ser analisados, fazendo referência às categorias e subcategorias de análise que emergiram dos dados recolhidos. No quinto capítulo apresentam-se os resultados organizados de acordo com as questões que orientam este trabalho. Este capítulo está organizado em três secções, correspondendo cada uma delas a uma questão orientadora. Por fim, no sexto capítulo faz-se uma discussão dos resultados, apresentam-se as conclusões deste trabalho e elabora-se uma reflexão final sobre este estudo.



# CAPÍTULO 2

---

## ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo apresenta-se o enquadramento teórico considerado relevante para a problemática deste trabalho. Este encontra-se dividido em duas secções. A primeira secção refere-se à educação em ciências, onde se apresentam as finalidades do ensino das ciências e se descrevem os propósitos do movimento CTSA e, na segunda secção, exploram-se as estratégias de ensino, mais concretamente as características e os objetivos das tarefas de investigação e tarefas de *role play*.

### Educação em Ciências

Durante vários anos o ensino das ciências, nos diferentes níveis de escolaridade, resultou na memorização de conceitos (factos e leis), na execução de atividades de forma mecânica e na resolução de exercícios semelhantes aos previamente apresentados e resolvidos pelo professor (Costa, 1999). A evolução científica e tecnológica que se tem verificado nas últimas décadas levou a uma reflexão e questionamento sobre as finalidades do ensino das ciências. Esta necessidade de um novo olhar sobre a educação em ciências acentuou-se face ao desinteresse dos alunos relativamente à ciência, principalmente em relação àquela que lhes é apresentada nas escolas, desligada do mundo a que pertencem (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Galvão & Freire, 2004). Tais preocupações têm sido expostas em diversos documentos internacionais e Portugal não ficou alheio a tal debate. Assim, inicia-se o projeto de reflexão participada sobre os currículos do ensino básico, envolvendo escolas e comunidades educativas, que viria a resultar na reorganização curricular do ensino básico de 2001 (Decreto-Lei 6/2001, de 18 de Janeiro). Neste diploma estabelecem-se princípios orientadores para a organização e gestão curricular, afastando a imagem de currículo como um conjunto de regras rígidas e conferindo às escolas autonomia para o seu desenvolvimento, adequando-o ao contexto da escola e mais especificamente da turma. O currículo passa então a ser organizado em áreas disciplinares (em vez de disciplinas), com sequência entre os três ciclos e articulação com o ensino secundário.

Para que haja homogeneização dos padrões internacionais que regem o ensino das ciências têm sido criados vários programas a nível internacional, como o designado PISA (*Programme for International Student Assessment*) criado pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico), sendo aplicado pela primeira vez em 1997. Através deste programa são testadas, de três em três anos, competências associadas à leitura, à matemática e à ciência, havendo um enfoque no desenvolvimento por parte dos alunos de competências associadas a um conhecimento científico estreitamente ligado com o mundo real. É nessa perspetiva que se inserem as orientações curriculares para as Ciências Físicas e Naturais do ensino básico, as quais promovem uma interação CTSA.

## **Finalidades do Ensino das Ciências**

Nas orientações curriculares para o 3.º ciclo do ensino básico, relativas à área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais (Galvão et al., 2001), a promoção da literacia científica aparece como a principal finalidade da educação em ciências. Esta promoção inclui um conjunto de conhecimentos, competências, capacidades, atitudes e valores em ciência, necessários a qualquer indivíduo, numa sociedade caracterizada pelo crescente impacto da Ciência e da Tecnologia, podendo à luz destes conceitos ser também entendida como alfabetização científica. O conceito de literacia científica é muito abrangente e ao longo da história teve, e continua a ter, diversos significados. No entanto, deve sempre implicar “uma compreensão alargada e funcional da ciência para fins de educação geral e não uma preparação para carreiras científicas e técnicas específicas” (DeBoer, 2000, p. 594). No relatório *National Science Education Standards* (1996) é proposta uma definição para literacia científica:

Literacia científica relaciona a capacidade de leitura e compreensão de artigos sobre ciência, publicados na imprensa popular, articulando-as em debates sociais acerca da validade das suas conclusões. Literacia científica implica que uma pessoa possa identificar problemas científicos subjacentes a decisões de nível local ou nacional, e expressar a sua posição fundamentada em informação científica e tecnológica. (...) Literacia científica também implica a capacidade de apresentar e avaliar argumentos baseados em evidências e aplicar, apropriadamente, conclusões assentes nesses mesmos argumentos. (NRC, 1996 citado por DeBoer, 2000, pp. 590-591).

A comunidade internacional partilha a ideia geral que o desenvolvimento dos níveis de literacia científica nos indivíduos passa pela implementação de estratégias de ensino que estimulem o interesse e participação dos alunos e que fomentem a sua autonomia. Segundo Membiela (2001), para se conseguir uma alfabetização científica dos alunos é preciso transmitir conhecimentos científicos e formar cientistas, também é preciso formar pessoas com capacidade de utilizar esses mesmos conhecimentos, dotar os futuros cientistas de formação científica e tecnológica básica e mostrar a todos os alunos a importância de hábitos de aprendizagem permanentes.

De acordo com as orientações curriculares para o 3.º ciclo do ensino básico, relativas à área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais (Galvão et al., 2001), a literacia científica é fundamental para o aluno exercer o seu papel de cidadania, os alunos necessitam de adquirir um conjunto de conhecimentos científicos (substantivo, processual e epistemológico) e desenvolver diversas competências, tais como o raciocínio, a comunicação e as atitudes favoráveis à aprendizagem, nomeadamente curiosidade, a perseverança e a reflexão crítica que lhes permitam assumir um papel crítico e interveniente na sociedade.

Para Hodson (1998), as aulas de ciências não vão ao encontro aos interesses e aspirações de muitos alunos e estes não se sentem envolvidos pelas metodologias de ensino e aprendizagem utilizadas. Este autor propõe a literacia científica crítica que, para uma escola com uma população de alunos cada vez mais diversificada, só pode ser conseguida com um currículo de ciências focado em assuntos locais, regionais, nacionais e globais, selecionados pelo professor e pelos alunos; que valorize os conhecimentos, as crenças, os valores, as aspirações e as experiências pessoais de cada aluno; no qual a ciência e a tecnologia sejam vistas como empreendimentos humanos; com uma educação em ciência e tecnologia politizada e que passem valores humanos e ambientais mais relevantes; onde todos os alunos tenham a oportunidade de realizar investigações científicas e de se envolver em tarefas de resolução de problemas tecnológicos selecionadas e concebidas por eles próprios. Este autor realça que a passagem dos conhecimentos científicos para a ação só é concretizada se estes conhecimentos forem ensinados e experimentados, no mínimo parcialmente, através de investigações científicas. Considera que muitos alunos nunca se aproximaram da ciência, porque a olham como uma atividade difícil, abstrata, afastada dos seus interesses diários e do domínio dos especialistas. Esta imagem despersonalizada da ciência e dos cientistas afasta muitos alunos a continuarem os estudos nesta área disciplinar, sendo necessário

apresentar uma imagem mais humana da ciência e dos cientistas. Segundo Reis (2006), a educação científica só alcançará uma literacia científica crítica universal se “passar a ser: acessível a todos; interessante e excitante; real, relevante e útil; não sexista e multicultural; pessoalmente relevante e humanizada; portadora de valores e interessada” (p.173). Para Roth (2001), citado por Reis (2006), “a literacia científica alcança-se através da expansão do potencial de ação dos alunos e não através da aprendizagem de um corpo básico de conhecimentos, que estará sempre aquém das necessidades do momento” (p.174). Este autor defende que os alunos devem aprender ciência pela participação responsável em atividades do seu quotidiano enquanto exercem o seu direito de cidadania.

## **Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente**

O movimento CTS surgiu na década de 60 nos Estados Unidos da América como resposta a uma crise entre a sociedade, a ciência e a tecnologia (Fontes & Silva, 2004). Para se conseguir uma efetiva alfabetização científica e tecnológica, é imprescindível introduzir nas aulas de ciências a abordagem de ensino CTSA. Algumas das razões apresentadas pela UNESCO para a introdução de orientações CTSA nos currículos de ciências são a motivação dos alunos por uma aprendizagem mais atraente e humanizada; o desenvolvimento do pensamento crítico e a independência intelectual; o diminuir de fronteiras entre as ciências e metaciências, promovendo uma visão social da ciência; o analisar de aspetos políticos, económicos, éticos e sociais da ciência e tecnologia; e a promoção de uma alfabetização científica e tecnológica para todos (Fontes & Silva, 2004). A introdução de temas relacionados com “questões ambientais, políticas, económicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e à tecnologia” têm sido recomendados nos currículos com ênfase na CTSA (Santos & Mortimer, 2000, citados por Santos & Mortimer, 2009, p.192), os quais possuem como principal objetivo a formação de um cidadão cientificamente culto (Aikenhead, 2009).

Neste sentido, é essencial “promover nos alunos o papel de construtores de ideias e conhecimento, fazer com que os alunos utilizem também como fontes do conhecimento a realidade envolvente, em vez de se limitarem ao professor e ao manual escolar” (Galvão et al., 2001, p.38). Assim, o “processo de ensino deve proporcionar aos alunos diferentes experiências educativas (trabalho de campo, atividades laboratoriais, simulação, debates, pesquisas diversas, comunicação de resultados de trabalhos desenvolvidos, entre outros)” (Galvão & Freire, 2004, p. 1). Pretende-se que os alunos consigam compreender de uma



forma geral e alargada as várias construções explicativas da ciência e que se questionem acerca do impacto ambiental e cultural da ciência e da tecnologia (Galvão, 2004). Um cidadão informado “compreende como a ciência e a tecnologia colidem com a vida pública” (Prewitt, 1983 citado por Aikenhead, 2009, p. 20). Em consequência deste envolvimento, os jovens nas escolas para além de adquirirem os necessários conhecimentos de cariz científico, desenvolvem um variado número de competências, que lhes permite intervir de forma consciente e construtiva na resolução de diversas situações problemáticas.

## **Estratégias de Ensino**

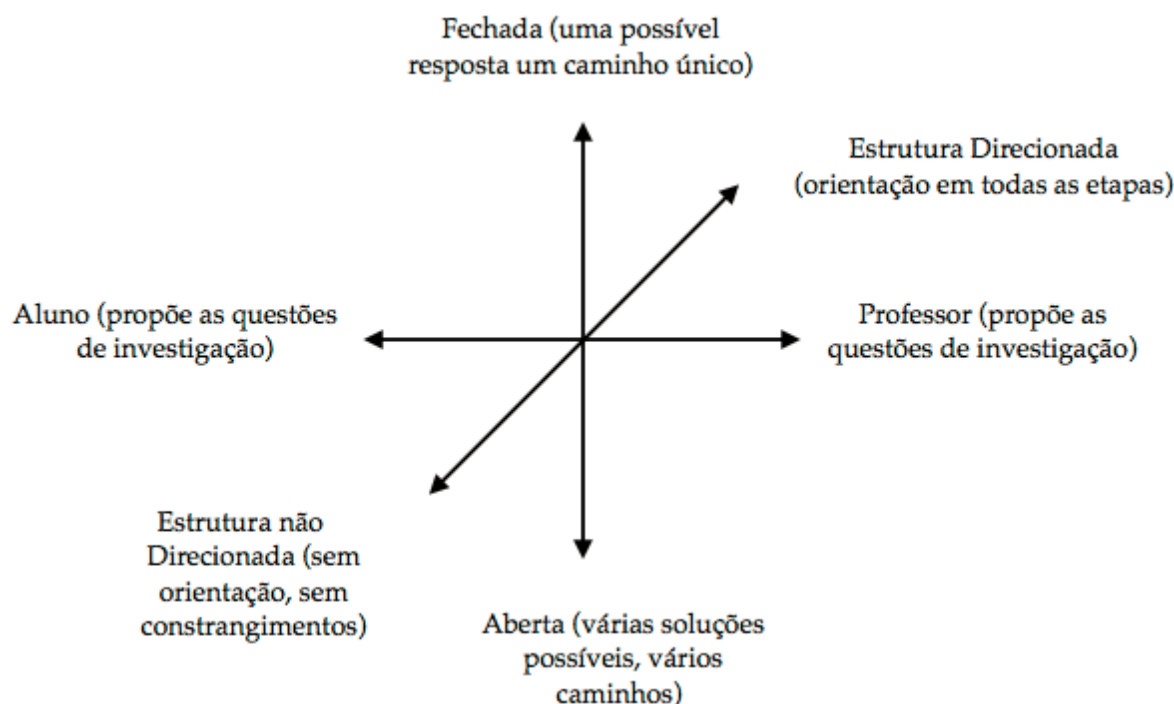
Definidas as finalidades de uma educação em ciências, expressas no currículo nacional, cabe ao professor, enquanto gestor do currículo, a conceção e implementação de estratégias de ensino, que sejam as mais adequadas para que os alunos, “no seu conjunto e na individualidade de cada um, se apropriem do conteúdo curricular (...) seja esse conteúdo cognitivo-conceptual, factual, processual, atitudinal, ou uma combinação destes tipos de aprendizagens que fazem parte do enunciado dos currículos atuais” (Roldão, 2010, p. 56).

## **Tarefas de Investigação**

As tarefas de investigação surgem como estratégias de ensino e aprendizagem vistas com grandes potencialidades, dado que originam aprendizagens mais profundas de ciência e sobre ciência (NRC, 2000). Segundo o NRC (2000) as tarefas de investigação são multifacetadas pois permitem ao aluno: a realização de observações; a identificação do problema; a colocação de questões; a pesquisa em livros e outras fontes de informação; o planeamento de investigações; a revisão do que já se sabe sobre a experiência; a utilização de ferramentas para analisar e interpretar dados; a exploração, a previsão e a resposta à questão; e a comunicação dos resultados. As características acima referidas colocam os alunos no centro das suas aprendizagens, valorizam a atividade científica através do desenvolvimento de explicações científicas e recorrem à argumentação e à comunicação. Só poderão ser consideradas verdadeiras tarefas de investigação, aquelas em que os alunos se confrontem com uma situação problemática; façam previsões acerca

de um problema (preferencialmente gerado por eles); planifiquem uma ou mais estratégias para a sua resolução; executem essas estratégias; analisem os dados recolhidos para tentar encontrar respostas para o problema e verifiquem se as soluções encontradas são ou não concordantes com as previsões iniciais (Leite, 2001). O fator fundamental para o sucesso de uma tarefa de investigação é que esta deve abordar problemas e questões relacionados com o interesse dos alunos, com as suas vivências (Woolnough, 1998). Muitos alunos que não têm sucesso, ou não estão motivados para a ciência, apresentada e ensinada na forma de conteúdos científicos ou trabalhos escritos, podem, no entanto tornar-se bem sucedidos e motivados através de tarefas de investigação (Wellington, 2003).

As tarefas de investigação podem apresentar-se de várias formas. Segundo Woolnough (2000), elas podem adquirir diferentes graus de abertura e são introduzidas por uma questão ou problema, para o qual os alunos desconhecem a solução. De um modo geral, elas levam os alunos a elaborar os seus próprios planos, a testá-los, a analisar e comunicar os seus resultados e avaliar e modificar a sua experiência. Assim, responsabilizam-se pelo seu trabalho e pela determinação de o fazer funcionar. As competências mobilizadas envolvem tanto o domínio afetivo como o domínio cognitivo. Wellington (2000) propôs uma forma de as classificar através das dimensões representadas no esquema da Figura 2.1. Segundo o autor, esta estrutura permite ao professor planear e refletir acerca das tarefas de investigação que pretende implementar nas suas aulas. Podem existir tarefas mais longas, que duram meses até serem resolvidas, ou curtas, que se solucionam em minutos. Estas tarefas também podem apresentar uma ou mais respostas corretas, ou não. Uma dizem respeito a situações abstratas, outras a situações concretas. As dimensões das atividades de investigação, segundo Wellington (2000), estão representadas na Figura 2.1.



**Figura 2.1** Dimensões do trabalho investigativo (Wellington, 2000, p. 142).

Os três eixos representados na figura anterior são dependentes e representam situações contínuas de dois extremos. Quanto ao eixo relacionado com o aluno e professor ativo, de um lado do eixo, os alunos colocam questões que orientam as suas investigações, no outro extremo do eixo é o professor quem formula as questões. O eixo relacionado com a maior ou menor abertura de uma tarefa de investigação, revela se a tarefa tem apenas um caminho a seguir, ou seja uma única solução ou se existe a possibilidade de seguir vários caminhos e com isso surgirem várias respostas. Por último, no terceiro eixo, num dos extremos encontramos as tarefas diretas e estruturadas, enquanto o outro extremo do eixo é relativo a atividades indiretas e não estruturadas (Baptista, 2010).

O grau de abertura de uma determinada tarefa de investigação não depende apenas da sua natureza, mas também do trabalho que anteriormente foi realizado com os alunos, ou seja, se anteriormente desenvolveram trabalhos similares, uma tarefa projetada para ser aberta tornar-se-á possivelmente numa tarefa fechada. Nem todas as investigações necessitam de graus de abertura semelhantes. O grau de abertura apropriado a uma determinada tarefa depende das experiências passadas dos alunos, das necessidades presentes e dos objetivos de uma determinada aula (Monk & Dillon, 1995).

Segundo Ponte et al. (1998), um dos papéis do professor é desafiar os alunos. As questões apresentadas na tarefa são de extrema importância, uma vez que vão determinar

toda atividade do aluno. Questões demasiado difíceis podem desmotivar e desinteressar os alunos, levando-os a desistir, por outro lado, questões muito fáceis, podem tornar-se desinteressantes. Questões mais abertas ou não totalmente formuladas, aumentam a possibilidade de envolvimento dos alunos. Relativamente à informação que é dada, os autores sugerem que deve ser fornecida apenas a estritamente necessária, que sugira pista indiretas para a resolução da tarefa, pois informação a mais pode dispersar os alunos e pelo contrário, informação a menos leva os alunos a sentirem-se “perdidos”.

Para a conceção e implementação de tarefas de investigação, um dos modelos apresentados na literatura é o modelo teórico dos *Cinco E's*, que se baseia na visão construtivista definida pelo *Biological Science Curriculum Study* (BSCS) (Bybee, 2006; Bybee et al., 2006). Este modelo tem vindo a ser usado desde os anos 80. Segundo Bybee (2006), as tarefas de investigação e consequentemente as experiências de aprendizagem desenvolvidas através deste modelo criam espaço para que os alunos questionem as suas ideias e conceções, permitindo-lhes explorar novas formas de explicar o que acontece no mundo, refletindo sobre as suas ideias e construindo novas conceções ou reformulações sobre o mundo natural. Esta mudança ou reformulação acontecerá mais facilmente se os alunos perceberem a relevância e o sentido das suas experiências de aprendizagem. As cinco fases propostas por este modelo são:

- **Motivação (*Engagement*)**, nesta fase os alunos são motivados, suscitando a sua curiosidade e interesse relativamente a uma situação problemática, que poderá ser da vida real. Os professores podem nesta fase identificar o que os alunos já sabem ou as conceções alternativas que estes têm relativamente ao assunto em estudo;
- **Exploração (*Exploration*)** é o interesse gerado na fase anterior que conduz os alunos à exploração. Nesta fase os alunos, colocam questões, fazem previsões, formulam hipóteses, planificam experiências, realizam-nas, registam observações, discutem os resultados e redefinem as hipóteses se necessário;
- **Explicação (*Explanation*)**, os alunos apresentam as suas conclusões, procurando fundamentar a sua exposição e argumentação nos resultados obtidos na fase anterior. O professor, nesta fase, tem um papel de unificador e sintetizador das várias exposições dos alunos, definindo os conceitos a partir das experiências de aprendizagem desenvolvidas pelos alunos. Esta fase de discussão proporciona também a introdução de vocabulário científico, relacionado com as experiências realizadas;
- **Ampliação (*Elaboration*)**, são apresentados aos alunos problemas adicionais, o que lhes permite aplicar o conhecimento conceptual adquirido até aqui, ou seja, generalizando-o a

outros contextos, propondo soluções, tomando decisões e apresentando conclusões para estas atividades adicionais ou até levantando questões que conduzam a novas investigações;

- Avaliação (**E**valuation), os alunos refletem sobre o trabalho que desenvolveram (autoavaliação), o que lhes permite aferir quais os pontos em que podem melhorar, ou onde tiveram mais dificuldades. Este procedimento possibilita também aos professores avaliar o progresso dos seus alunos e aferir se os objetivos educacionais foram atingidos (Bybee, 2006; Bybee et al., 2006; Wilder & Shuttlesworth, 2005).

### ***Role play***

A tarefa de *role play*, também conhecida como “jogo de interpretação de papéis”, é uma importante estratégia de ensino. Segundo Ladousse (1987), este tipo de tarefa permite ao aluno agir por forma a desempenhar um papel específico, ou seja, o aluno tem que interpretar um papel, argumentando com os conhecimentos que adquirir, através de pesquisa, acerca de um determinado assunto. Estes jogos são formados por três componentes: (i) um sistema de regras dotado de um ambiente no qual se desenvolvem as ações; (ii) um moderador, responsável pela organização da sessão, o qual domina as regras e orienta os participantes/jogadores; e (iii) os jogadores/participantes que desempenham diferentes papéis durante a realização do jogo (Ducrot et. al., 2008).

De acordo com Cherif e Somervill (1998, citados por Jarvis, Odell & Troiano, 2002), existem quatro momentos para o desenvolvimento de uma tarefa de *role play*: o momento da preparação e da explicação da tarefa pelo professor, o momento da realização do *role play* e o momento da discussão final após o *role play*. Estas tarefas revelam-se interessantes não só pela interpretação das personagens, mas, acima de tudo, pela aprendizagem que advém com a decisão nos momentos-chave da história e a possibilidade de encontrar soluções diferentes e criativas para situações emergentes. Desta forma, o *role play* assume-se como um importante elemento de comunicação, já que, o ato de “jogar” permite aos alunos comunicar, isto é, expressar os seus pensamentos. Esta concretização confere ao jogo um papel socializante, uma vez que o participante terá de se expor e sentir que faz parte integrante do jogo (Bolzan, 2003). Estas tarefas permitem que os alunos pesquisem, analisem dados, argumentem e que desenvolvam competências no domínio das atitudes nomeadamente a responsabilidade, o respeito, a tolerância e a liberdade (Galvão, Reis, Freire & Faria, 2011).

Dillon (1994) classifica a tarefa de *role play* como tarefa de discussão, pois corresponde a uma forma de interação em grupo através da qual ocorre um diálogo entre os vários elementos que fazem parte desse grupo e onde se apresentam diversas sugestões e se avançam diferentes “propostas” sobre um determinado assunto. Essas propostas podem ser factos, sugestões, opiniões ou experiências. Nas discussões os vários elementos do grupo interagem de modo a resolver um problema comum, através do confronto de várias perspectivas, contribuindo desse modo para a melhoria do seu conhecimento, entendimento, apreciação ou julgamento, sobre uma determinada proposta que esteja em análise; no final da discussão chega-se a uma conclusão comum, partilhada, ao contrário do que acontece, por exemplo, com o debate (Dillon, 1994). A discussão não deve ser entendida como conversação, pois nesta última não existe um objetivo definido, existem vários tópicos, os participantes podem falar sobre tudo sem que haja uma linha de orientação bem definida e os tópicos terminam por falta de interesse dos intervenientes. Em contraste, na discussão só existe um tópico, com um objetivo bem definido e existe uma maior disciplina (Dillon, 1994). Discussão de argumentos não é o mesmo que debate, embora estes últimos sejam mais focados que a conversação, geralmente derivam de ideias pré-concebidas e não passam de um confronto entre as mesmas. A discussão caracteriza-se pela não existência de duas fações e por dar origem a uma nova opinião ou ideia que não existia anteriormente. As posições dos vários intervenientes são definidas durante o processo de discussão e são partilhadas por todos os intervenientes, não existindo como tal “dois lados”. Há ainda que ter o cuidado de não confundir uma partilha de opiniões com uma discussão, pois ao contrário do que acontece com esta última a primeira não tem fim definido e só termina quando as opiniões dos intervenientes se esgotam (Dillon, 1994).

No âmbito da educação em ciências é importante promover a argumentação como uma dimensão da aprendizagem em ciência e da inculturação do discurso científico. A argumentação pode ser vista como uma ferramenta de apoio ao acesso cognitivo e metacognitivo (pensar sobre o pensamento), ao desenvolvimento da comunicação, em particular do pensamento crítico, sendo promotora da literacia científica e do desenvolvimento da racionalidade (Jiménez- Aleixandre, 2007). Todas as estratégias de ensino apresentam como objetivo principal o desenvolvimento da literacia científica e do pensamento crítico, que representam o grande pilar sob o qual devem ser construídas todas as tarefas a serem aplicadas em sala de aula.

# CAPÍTULO 3

---

## PROPOSTA DIDÁTICA

Neste capítulo apresenta-se a proposta didática para o ensino do tema som, o qual integra o tema organizador Sustentabilidade na Terra que é lecionado no 8.º ano de escolaridade. Esta proposta é organizada com o objetivo de conhecer de que forma a abordagem da temática som, recorrendo a tarefas de investigação e *role play*, fomenta a aprendizagem dos alunos. O presente capítulo está organizado em duas secções. Na primeira aborda-se a fundamentação científica, sendo referidos os principais conceitos científicos que vão ser lecionados. Na segunda, apresenta-se a fundamentação didática onde se faz o enquadramento das tarefas, tendo em consideração as orientações curriculares, a organização da proposta didática, uma breve descrição das tarefas e a forma de avaliação dos alunos.

### Fundamentação Científica

Nesta secção apresentam-se os principais conceitos científicos a abordar na leção do tema som, nomeadamente: produção e propagação do som, atributos do som, espetro sonoro e deteção do som. Em seguida, apresenta-se uma síntese resultante da pesquisa bibliográfica.

Um som pode definir-se como uma vibração mecânica suscetível de originar uma sensação auditiva. Por exemplo, as ondas produzidas pela vibração de cordas, de colunas de ar em vibração, vibração de membranas de tambores, de pratos e de cordas vocais (Halliday & Resnick, 1991). Desde que Robert Boyle, no século XVII, mostrou que no vácuo o som não se propagava que a comunidade científica passou a considerar as ondas sonoras como ondas mecânicas. A formação de ondas está, assim, relacionada com a existência de sistemas oscilatórios. Uma onda é caracterizada essencialmente por três grandezas físicas: o comprimento de onda,  $\lambda$ , a frequência,  $f$  (ou o seu inverso, o período  $T$ ) e a velocidade de propagação da onda,  $v$ . O comprimento de onda é definido como a distância mínima entre dois pontos que estão no mesmo estado de vibração e tem as

unidades de comprimento. A frequência corresponde ao número de vibrações por unidade de tempo e a sua unidade, no Sistema Internacional, SI, é o hertz (Hz). A frequência é característica da fonte sonora, o comprimento de onda e a velocidade de propagação da onda, são características do meio através do qual o som se propaga. As ondas mecânicas, de que conhecemos vários exemplos no dia a dia (ondas sonoras, vibração da água devido à perturbação provocada por uma pedra, vibração da corda de um violino) são uma consequência da agitação de partículas. Quando a direcção da oscilação é perpendicular à direcção de propagação da onda, estas tomam a designação de ondas transversais. Por exemplo, uma onda a propagar-se ao longo de uma corda que sofreu uma perturbação, ou uma onda eletromagnética. Se a direcção de oscilação é paralela à direcção de propagação, denominam-se ondas longitudinais. As ondas sonoras são ondas mecânicas longitudinais que se propagam em sólidos, líquidos e gases.

## **Produção e Propagação do Som**

O som resulta da perturbação de um dado material. A propagação do som ocorre quando a perturbação se transmite às partículas do meio envolvente e através do qual o som se propaga. As zonas onde a agitação corpuscular é maior (zonas de compressão) correspondem a valores mais elevados de energia e as regiões onde é menor (zonas de rarefação), valores menores de energia. A propagação som corresponde à transferência de energia, das zonas de maior energia para as de menor. Por esta razão, no vazio não há transmissão do som, uma vez que a sua propagação requer a existência de um meio material. Com efeito, no espaço sideral, em regiões de quase ausência de matéria, o silêncio é quase absoluto.

O som demora algum tempo a percorrer a distância entre o emissor sonoro (fonte sonora) e o receptor do som (ouvido). A velocidade de propagação do som depende das propriedades do meio, nomeadamente da densidade, da elasticidade e da temperatura. Geralmente, as ondas sonoras propagam-se mais rapidamente nos sólidos do que nos líquidos e nos líquidos mais rapidamente do que nos gases (Quadro 3.1) (Deus et al., 2000).



**Quadro 3.1** Valor da velocidade<sup>1</sup> de propagação do som em diversos meios materiais.

Meio material	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	Velocidade do som (m/s <sup>1</sup> )
Ar (20 °C)	1,20	344
CO <sub>2</sub> (0 °C)	1,98	259
H <sub>2</sub> (0 °C)	0,0899	1284
Álcool etílico (20 °C)	790	1207
Água (20 °C)	998	1498
Alumínio (20 °C)	2700	5000
Cobre (20 °C)	8930	3750
Vidro (20 °C)	2320	5170
Ferro (20 °C)	7900	5120

Segundo Tipler (1995), no caso da propagação de ondas sonoras num fluido como o ar, ou como a água, a velocidade  $v$  é dada por:

$$v = \sqrt{B/\rho} \quad (1)$$

em que  $B$  é o módulo de compressibilidade do meio e  $\rho$  a densidade do meio em equilíbrio.  $B$  é definido como:

$$B = \frac{F/A}{\Delta V/V} \quad (2)$$

em que  $F$  é a intensidade da força externa que atua sobre a área  $A$ ,  $\Delta V$  a variação do volume e  $V$  o volume inicial.

Num sólido, a velocidade do som está relacionada com o módulo de Young e com a sua densidade  $\rho$  e é definida por:

$$v = \sqrt{Y/\rho} \quad (3)$$

---

<sup>1</sup> Retirado de Deus, J. D., Pimenta, M., Noronha, A., Penã, T., & Brogueira, P. (2000). *Introdução à Física* (2ª Edição), p.40.

O módulo de Young é definido como uma medida da tendência de um material em manter o seu comprimento contra as forças externas:

$$Y = \frac{F/A}{\Delta L/L} \quad (4)$$

Em que  $F$  e  $A$  têm o mesmo significado que na equação (2),  $\Delta L$  é a variação do comprimento e  $L$  é o comprimento original.

Segundo o mesmo autor, as ondas sonoras num gás, como o ar, o módulo de compressibilidade é proporcional à pressão, que por sua vez é proporcional à densidade,  $\rho$ , e à temperatura absoluta do gás,  $T$ . A razão  $B/\rho$  é independente do volume e da pressão e é proporcional à temperatura absoluta  $T$ . No caso de uma onda sonora num gás, a equação (1) é equivalente a:

$$v = \sqrt{\gamma RT/M} \quad (5)$$

onde  $T$  é a temperatura em Kelvin e que se relaciona com a temperatura em Celsius  $t_c$  por:

$$T = t_c + 273.$$

$R$  é a constante universal dos gases,  $M$  é a massa molecular do gás, que para o ar tem o valor de

$$M = 29 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

e  $\gamma$  é uma constante que depende do gás e tem o valor 1,4 para o ar.

Assim, para a temperatura de 20 °C e substituindo os restantes parâmetros na equação (5) obtém-se o valor de 344 m/s.

A densidade da água é aproximadamente de 1000 vezes maior do que a densidade do ar. Se a densidade fosse o único fator relevante na determinação do valor da velocidade de propagação do som, era de esperar pela equação (1), que a velocidade do som na água fosse consideravelmente menor do que a velocidade do som no ar. Contudo, como se apresenta no *Quadro 3.1* indica que o inverso é verdadeiro. Logo, o módulo de compressibilidade da água é maior do que o módulo de compressibilidade do ar, por um fator superior a 1000. A água é muito mais incompressível do que o ar, isto significa que o seu módulo de compressibilidade é muito maior (Halliday & Resnick, 1991).

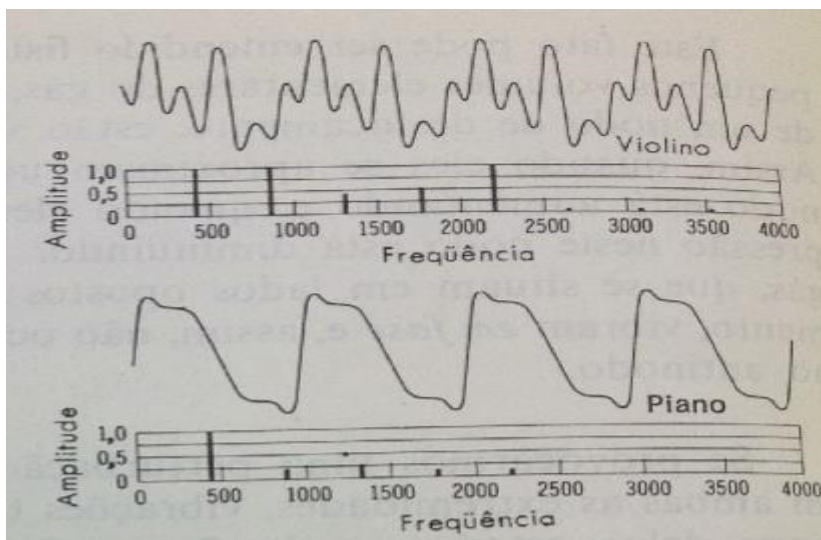
## Atributos do Som

Os sons audíveis são em geral produzidos por cordas vibrantes (violino, cordas vocais humanas), colunas de ar em vibração (órgão, clarinete) e placas e membranas vibrantes (xilofone, tambor) (Resnick & Halliday, 1983). O facto do ser humano conseguir distinguir diferentes sons está relacionado com os atributos do som, tais como: intensidade, altura e timbre. A sensação humana de intensidade sonora depende da amplitude do movimento ondulatório sonoro. Uma maior amplitude corresponde a uma sensação de uma intensidade sonora maior. A intensidade de uma onda sonora é definida como a potência média por unidade de área. A unidade SI para a intensidade é o watt por metro quadrado. Devido à enorme faixa de intensidades que o ouvido humano é sensível, utiliza-se uma escala logarítmica de intensidade, denominado nível sonoro ( $SL$ ) (ou nível de intensidade sonora), medido com um sonómetro e o seu valor expresso em decibéis (dB), que se define pela equação:

$$SL = 10 \log \frac{I}{I_0}, \quad (6)$$

em que,  $I_0$  corresponde a uma intensidade de referência para a qual se arbitra o valor de  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ , escolhido por ser mais próximo ao limite inferior da audição humana, e  $I$  é a intensidade em  $\text{W/m}^2$  no nível  $SL$ . Um som de intensidade  $I_0$  tem nível de som igual a 0 dB, enquanto os sons no limite superior de audição, designado de limiar de dor têm intensidade de  $1 \text{ W/m}^2$  e  $SL$  de 120 dB (Halliday, Resnick & Krane, 1996). Já, a sensação humana da altura do som depende sobretudo da frequência fundamental do movimento ondulatório sonoro. Uma maior frequência corresponde a uma sensação de um som mais agudo, e uma menor frequência a uma sensação de um som mais grave. Para cada frequência, há um mínimo de intensidade, abaixo do qual o som não é audível (Figura 3.4). O timbre é o atributo do som que corresponde àquela sensação que nos permite distinguir dois instrumentos musicais diferentes, quando tocam a mesma nota musical. Por exemplo, considerando um violino e um piano a emitir vibrações com a mesma frequência fundamental, 440 Hz, no caso do lá, cada instrumento emite harmónicos cujas intensidades relativas dependem do instrumento e da forma como está a ser tocado. Caso cada instrumento produzisse unicamente a frequência fundamental, o som produzido por cada instrumento seria igual (Tipler, 1995). A *Figura 3.1* mostra a forma de onda e

espectro sonoro de dois instrumentos, o violino e o piano. Nos dois exemplos a frequência fundamental é de 440 Hz (nota lá).



**Figura 3.1.** Espectro sonoro de dois instrumentos, o violino e o piano. Nos dois exemplos a frequência fundamental é de 440 Hz (nota lá) (Retirado de Resnick & Halliday, 1983, p.142).

## Espectro sonoro

As ondas sonoras audíveis são aquelas, cujas frequências se situam num intervalo capaz de estimular a sensação de audição no ouvido e no cérebro humano. Este intervalo está compreendido, aproximadamente, entre 20 Hz e 20000 Hz, e é denominado intervalo audível (Maciel&Duarte, 2014; Resnick & Halliday, 1983). Estes valores alteram-se com a idade e com a profissão. Normalmente um jovem é capaz de ouvir sons de 20000 Hz, mas ao atingir a meia-idade, não ouvirá para além dos 14000 Hz. Uma profissão ruidosa, também diminui a capacidade auditiva. Ao conjunto de todas as ondas sonoras de diferentes frequências atribui-se a designação de espectro sonoro (Maciel&Duarte, 2014). Um som, cuja frequência esteja abaixo do intervalo audível é denominado infrassom; se a frequência da onda sonora estiver acima desse intervalo trata-se de um ultrassom (Maciel&Duarte, 2014; Resnick & Halliday, 1983). Existem animais, como por exemplo, os golfinhos que ouvem sons de frequência superiores a 100000 Hz. Igualmente, os cães são sensíveis a ultrassons (Índias, 1994). Os ultrassons apresentam diversas aplicações, podem ser utilizados na localização e reconhecimento de obstáculos por reflexão (sonar na navegação, pelos morcegos e golfinhos). Também são muitas vezes utilizados para testar materiais, isto é, procurar defeitos e medir densidades (Gerthsen, Kneser

&Vogel,1998). Em medicina são aplicados quer como meio de diagnóstico, quer como meio de terapia. Nas ecografias há reflexão de ultrassons pelos órgãos do corpo humano. A frequência dos ultrassons usados em medicina variam de 1 a 10 MHz. As velocidades típicas dos tecidos são aproximadamente 1500 m/s e os comprimentos de onda estão compreendidos entre 0,15 e 1,5 mm. As imagens são obtidas de ondas refletidas pelos contornos dos órgãos. A distância à superfície refletora é obtida do tempo de retardamento do eco. O sinal do ultrassom é produzido por um transdutor, que sofre uma vibração mecânica em resposta a um pulso de voltagem elétrica.

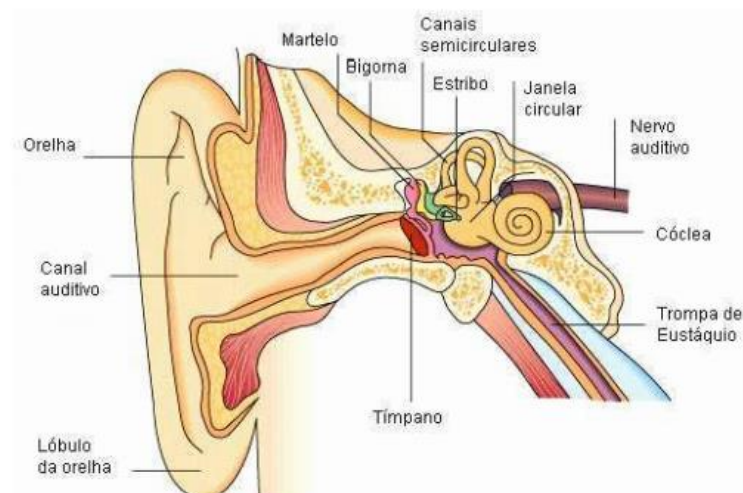


**Figura 3.2** Ecografia fetal. (retirado de [http://visualmed.usal.es/?page\\_id=175](http://visualmed.usal.es/?page_id=175)).

Como tratamento, os ultrassons são utilizados, por exemplo, em certas afeções como lombalgias, entorses e outras. As elevadas frequências associadas aos ultrassons podem ser produzidas por vibrações elásticas de um cristal de quartzo induzidos por ressonância com um campo elétrico alternado (efeito piezelétrico). Com este processo é possível produzir frequências muito elevadas até  $6 \times 10^8 \text{ Hz}$ .

## **Deteção do som**

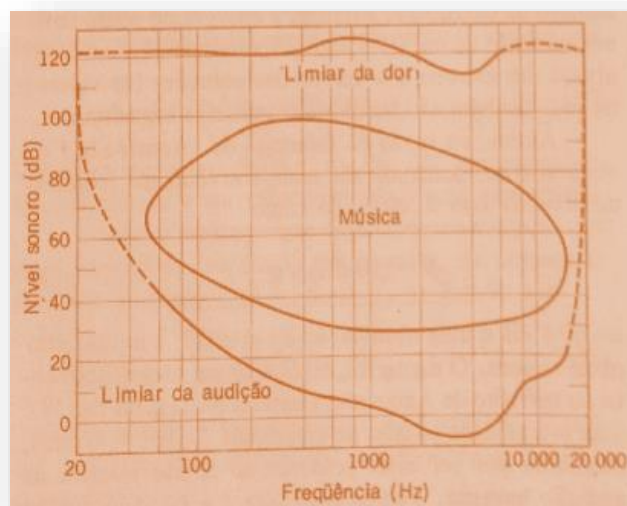
“O ouvido é um órgão par e simétrico, situado na extremidade cefálica”, (Silva, 1980, p.17) que permite a recepção de sons (*Figura 3.3*).



**Figura 3.3** Ouvido humano. (retirado de <http://www.studiomel.com/58.html> a 24 de janeiro de 2016).

É dividido em três partes: ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno. O ouvido externo é constituído pela orelha, pelo canal auditivo e pela membrana do tímpano. Quando as vibrações de uma fonte sonora chegam às partículas de ar próximas da orelha são aí concentradas, e o canal auditivo, de dimensões menores, amplifica para o dobro a pressão sonora entre o espaço exterior e a membrana do tímpano, quadruplicando portanto a densidade. Posteriormente, uma cadeia de ossículos constituída pelo martelo, bigorna e estribo, transporta e amplia as vibrações provocadas na membrana do tímpano até à janela oval, que corresponde à entrada do ouvido interno. Do ouvido médio, fazem parte os três ossículos e a trompa de Eustáquio. Esta, ao comunicar com a garganta, regula as pressões dos dois lados da membrana do tímpano para que estejam em equilíbrio. O ouvido interno para além do órgão de equilíbrio é constituído pelo caracol (cóclea), no qual se fixa o nervo auditivo. As vibrações provenientes do último ossículo da cadeia são transmitidas ao fluído, que preenche a cavidade do ouvido interno. No caracol encontra-se o órgão de Corti, que constitui o recetor sensorial do órgão de audição. As células sensoriais no órgão de Corti são transdutores que convertem as deformações mecânicas em sinais elétricos e provocam fenómenos químicos que facultam a ligação ao nervo auditivo (Gerthsen, Kneser & Vogel, 1998; Silva, 1980). Em suma, as ondas sonoras são captadas, amplificadas e transformadas em impulsos nervosos que o cérebro irá decodificar como som (Maciel & Duarte, 2014).

A resposta do ouvido não é a mesma para todas as frequências. A Figura 3.4 mostra, como os valores do nível sonoro correspondentes ao limiar de audição e limiar de dor variam dentro do espectro acústico para pessoas com audição normal.



**Figura 3.4** Intervalo médio dos valores de nível sonoro da audição humana. (Retirado de Halliday & Resnick, 1991, p.142).

Como mostra o gráfico da Figura 3.4 os valores do nível sonoro relativo ao limiar de audição e ao limiar de dor dependem da frequência. Os sons de pequena frequência, sons graves, só são detetados para níveis de intensidade sonora mais elevados. A banda aproximada das frequências e dos níveis de som encontrados na música também são indicados no gráfico da figura.

Seguem-se alguns exemplos de intensidades e respetivos níveis de intensidade de diversas fontes sonoras comuns.

**Quadro 3.2** *Intensidade e Níveis de Intensidade<sup>2</sup> de algumas fontes sonoras comuns.*

Fonte	$I/I_0$ ( $I_0 = 10^{-12} \text{W/m}^2$ )	dB	Descrição
	$10^0$	0	Limiar de audição
Respiração normal	$10^1$	10	Quase inaudível
Murmúrio (5 m)	$10^3$	30	Muito silencioso
Conversa normal (1m)	$10^6$	60	
Veículo de pesado	$10^9$	90	A constante exposição prejudica a audição
Construção civil (ruído a 3m)	$10^{11}$	110	
Concerto de rock com amplificadores a (2m)	$10^{12}$	120	Limiar de dor
Martelo pneumático	$10^{13}$	130	
Descolagem de jato (nas vizinhanças)	$10^{15}$	150	

A exposição a níveis de intensidade sonora<sup>3</sup> muito elevados revelam, o aparecimento de surdez em jovens que ouvem, durante longos períodos de tempo música com um nível sonoro elevado. O mesmo acontece em trabalhadores, que não se protegem devidamente ao desempenharem determinadas profissões, que os submetem a um nível de intensidade sonora muito elevado. Assim, existe regulamentação que limita o nível de intensidade sonora permitido em diversos locais (habitações, via pública, local de trabalho) (Índias, 1994). Para além da afetação auditiva, a poluição sonora pode provocar no ser humano perturbações fisiológicas diversas, alteração do sono, perturbação de atividades várias e interferência na comunicação oral (Silva, 1980).

<sup>2</sup> Retirado de Tipler, P.A. (1995). *Física para Cientistas e Engenheiros*, p. 145.

<sup>3</sup> A Organização Mundial de Saúde (OMS) refere que sons acima dos 70 dB podem causar danos à saúde.

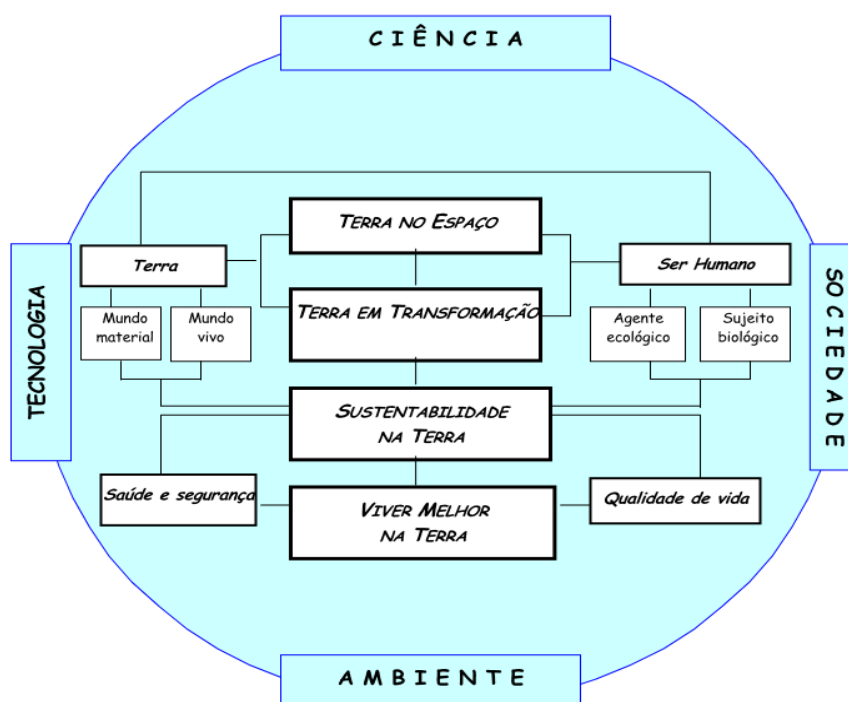


## Fundamentação Didática

Esta secção está organizada em quatro subsecções. Na primeira faz-se um breve enquadramento curricular da temática som. Na segunda, apresenta-se a organização da proposta didática e na terceira descrevem-se as aulas e as tarefas realizadas pelos alunos. Por fim, na última, faz-se referência ao modo como os alunos são avaliados.

### Enquadramento Curricular

As orientações curriculares para as Ciências Físicas e Naturais apresentam uma organização em função de quatro temas gerais: Terra no espaço, Terra em transformação, Sustentabilidade na Terra e Viver melhor na Terra (Galvão et al., 2001). A educação em ciências tem a finalidade de formar cidadãos cientificamente letrados. Nas orientações curriculares é abordada a promoção da relação CTSA devido à sua importância para fomentar a literacia científica. A componente CTSA, presente no ensino dos quatro grandes temas anteriormente referidos, promove uma visão mais ampla da ciência, no que diz respeito aos seus limites e potencialidades e às suas aplicações tecnológicas. Como também, permite uma avaliação do impacto científico, tecnológico e social da intervenção humana na Terra.

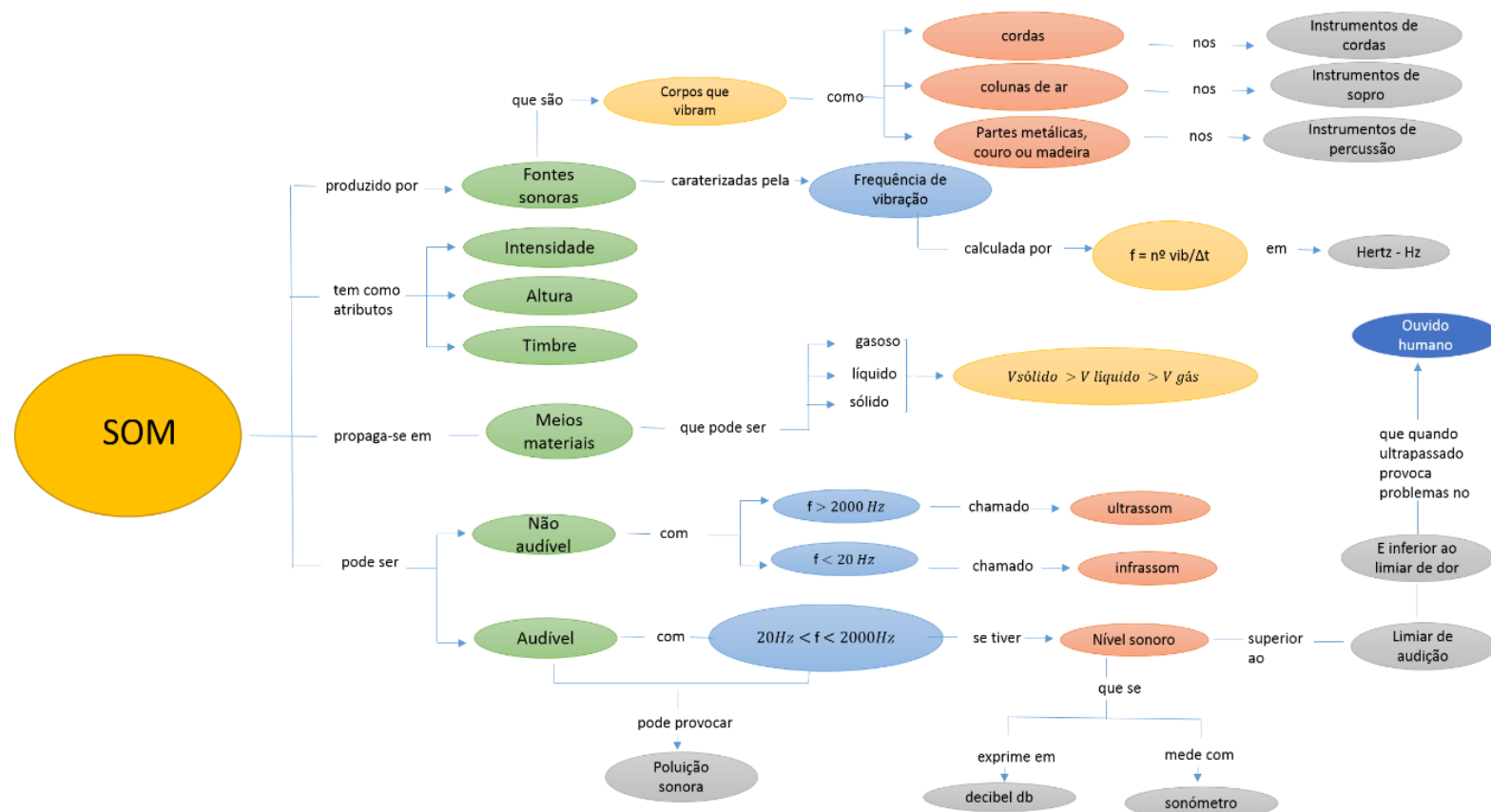


**Figura 3.5** Esquema organizador dos quatro temas (retirado de Galvão et al., 2001, p.10).

O assunto escolar a abordar, Som está incluído no grande tema organizador “Sustentabilidade na Terra”, lecionado no 8.º ano de escolaridade do ensino básico na disciplina de Ciências Físico-Químicas. Neste grande tema espera-se que os alunos tomem consciência da importância de atuar ao nível do sistema Terra, no sentido da racionalização dos recursos tendo em vista o desenvolvimento sustentável (Galvão et al., 2001). Para a subunidade Som sugere-se nas orientações curriculares a utilização de instrumentos musicais, de forma que os alunos os classifiquem, atendendo ao modo como os sons são produzidos. No mesmo documento, destaca-se a importância da discussão com os alunos sobre os problemas de audição que surgem quando há exposição a fontes sonoras com intensidade elevada.

### **Organização da Proposta Didática**

A proposta didática referente à subunidade som integra tarefas de investigação e *role play* que apresentam por base um ensino das ciências, centrado numa abordagem CTSA, com experiências educativas motivadoras para os alunos, desenvolvidas tendo em conta o seu quotidiano e capazes de promover as diversas competências preconizadas nas orientações curriculares. O esquema organizador dos conteúdos abordar ao longo da subunidade didática encontra-se representado na figura 3.6.



**Figura 3.6** Esquema organizador dos conceitos a abordar ao longo da subunidade didática.

Para a leção da subunidade sobre a temática som são desenvolvidas as planificações das aulas (Apêndice A) e são concebidas quatro tarefas de investigação e uma tarefa de *role play* (Apêndice B). As cinco tarefas são implementadas em treze aulas de 45 minutos, das quais oito aulas são lecionadas com a turma completa, e cinco aulas em turnos de dez alunos, numa turma constituída por vinte alunos do 8.º ano de escolaridade do ensino básico. Todos os alunos da turma realizam as cinco tarefas. Em sala de aula, os alunos trabalham em grupo, podendo estes ser constituídos por dois a quatro elementos. Os grupos são formados em função das características da turma, dos alunos que a constituem e do facto de a turma se dividir em turnos todas as semanas. De uma forma geral, é desenvolvida uma tarefa em duas a três aulas de 45 minutos, tal como se verifica nas planificações das aulas. As planificações apresentam, para cada aula, os conteúdos a abordar, as competências a desenvolver, os momentos da aula e os recursos educativos a usar. A utilização de tarefas de investigação e de *role play* constituem um desafio para a professora. O desafio começa logo a partir da sua elaboração, visto que, por um lado, é necessária a criatividade da professora para criar contextos motivadores e que suscitem interesse aos alunos e, por outro, é necessário identificar os conceitos e os processos que emergem através da tarefa, os recursos a utilizar na sua implementação e a sua adequação aos alunos que a irão realizar (Oliveira et al., 1999).

As tarefas concebidas nesta subunidade didática assentam numa visão construtivista do ensino aprendizagem, centrada no aluno, como se salienta nas orientações curriculares para o 3.º ciclo do ensino básico: Ciências Físicas e Naturais (Galvão et al., 2001) e que promovam no aluno um papel ativo, participativo e construtivo da sua própria aprendizagem. Deve-se ter em consideração que antes da realização da tarefa a professora deve procurar responder às seguintes questões: “Como realizar o arranque da tarefa? Quais os aspetos críticos nesta fase? Como manter e estimular o desenvolvimento do trabalho dos alunos? Como realizar a discussão? Quais os modos de trabalho mais adequados? Como dar *feedback* aos alunos acerca do trabalho por eles realizado?” (Oliveira et al., 1999, p. 5). Com o trabalho em grupo os alunos distribuem responsabilidades e trabalho, e com a troca de ideias e a discussão dentro do grupo promove-se o desenvolvimento de competências. Ponte et al. (1998) sugere que a realização de tarefas em sala de aula seja constituída por vários momentos distintos: a introdução da tarefa, o seu desenvolvimento, a discussão e síntese. No decurso da tarefa, a professora cria um ambiente propício à aprendizagem, colocando questões desafiantes

que estimulam o raciocínio e comunicação dos alunos, e assumindo diversos papéis de acordo com a situação e o momento da tarefa. A fase de introdução da tarefa, a cargo da professora, inclui a apresentação da tarefa aos vários grupos, acompanhada por uma breve introdução esclarecedora dos objetivos da tarefa, como também algumas instruções necessárias à sua realização e ao esclarecimento de eventuais dúvidas que possam surgir.

Após a introdução da tarefa, na fase de desenvolvimento, enquanto os alunos respondem às questões propostas nas tarefas, onde se pretende que realizem um trabalho autónomo e que discutam as suas ideias com os colegas de grupo, a professora tem um papel mais passivo, sendo essencialmente uma orientadora e questionadora do trabalho dos alunos. A professora, nesta fase circula pela sala, verifica se os vários grupos estão a trabalhar, quais as dificuldades que estão a sentir, ouve as suas dúvidas e procura dar um *feedback* aos alunos que permita, porém espaço para as suas próprias ideias. Através das discussões entre os alunos, a professora tem oportunidade de perceber a forma de pensar e os métodos individuais de cada aluno, podendo intervir e gerir a discussão de forma a orientá-los na resolução de alguns conflitos de ideias (Ponte et al., 1998). São colocadas algumas questões com o objetivo de incentivar os alunos a comunicar as suas opiniões e estratégias de resolução, bem como a expor as suas dificuldades. Perante o surgimento de dificuldades, a que não conseguem responder ou ultrapassar, os alunos podem ficar desmotivados e perder o interesse pelas questões da tarefa (Ponte et al., 1998), pelo que a professora vai acompanhando e questionando os grupos e, perante a revelação de dificuldades, faz novas questões com o objetivo de orientar e conduzir os alunos na clarificação das suas estratégias e do seu raciocínio.

Na discussão coletiva, os alunos têm a oportunidade de apresentar as suas conclusões ou comentários e, nesta fase podem ser confrontados com outras hipóteses ou estratégias diferentes, sendo assim promovida a argumentação e defesa das suas ideias (Fonseca, Brunheira & Ponte, 1999). Nesta momento, o professor volta a ter um papel mais ativo, moderando as discussões e colocando questões orientadoras com o intuito de estimular os alunos a revelar as suas opiniões e de os conduzir no sentido pretendido, procurando perceber os seus pontos de vistas e formas de pensar. Esta fase inclui ainda, uma síntese dos assuntos abordados, fazendo emergir algumas dúvidas que os alunos não esclareceram.

Nas tarefas concebidas, tarefas de investigação e tarefa de *role play*, centradas em experiências diversificadas apresentam como objetivo a mobilização dos conceitos científicos apresentados na tabela seguinte (Quadro 3.3).

**Quadro 3.3** *Conceitos científicos mobilizados respetivamente na tarefa de investigação e tarefa de role play.*

<b>Tarefas</b>	<b>Designação da tarefa</b>	<b>Conceitos científicos</b>
1	Instrumentos musicais	Origens dos sons; fontes sonoras e instrumentos musicais.
2	Atributos do som	Atributos do som: intensidade, altura e timbre.
3	Propagação do som	Propagação do som, mecanismo de propagação no ar.
4	Espetro sonoro	Espetro sonoro; sons audíveis; ultrassons e Infrassons.
5	Festival eletrónico no bairro	Nível de intensidade sonora; limiar de audição e limiar de dor; sonómetro; audiograma e poluição sonora.

As tarefas de investigação que se propõem seguem o modelo proposto por Bybee et al. (2006). Na figura 3.7 apresenta-se a sequência das treze aulas de 45 minutos lecionadas durante as quais os alunos realizam quatro tarefas de investigação e uma tarefa de *role play*.

<b>Aula 1 – Tarefa 1</b>	<b>16/04/15</b>	<b>45 minutos</b>
- Origem dos sons; - Fontes sonoras e Instrumentos musicais.	1.º momento : apresentação da tarefa 1; 2.º momento: realização da tarefa.	
<b>Aula 2 – Tarefa 1</b>	<b>21/04/15</b>	<b>45 minutos</b>
- Origem dos sons; - Fontes sonoras e Instrumentos musicais.	1.º momento : resumo da aula anterior ; 2.º momento: continuação da realização da tarefa; 3.º momento: discussão coletiva e síntese final; 4.º momento: reflexão da tarefa 1.	
<b>Aula 3 e 4 – Tarefa 2</b>	<b>23/04/15</b>	<b>90 minutos</b>
- Atributos do som: Intensidade, altura e timbre.	1.º momento : apresentação da tarefa 2; 2.º momento: realização da tarefa; 3.º momento: apresentação do plano de ação e discussão coletiva; 4.º momento: continuação da realização da tarefa.	
<b>Aula 5 – Tarefas 2</b>	<b>30/04/15</b>	<b>45 minutos</b>
- Atributos do som: Intensidade, altura e timbre.	1.º momento : resumo da aula anterior ; 2.º momento: continuação da realização da tarefa; 3.º momento : discussão coletiva e síntese; 4.º momento: reflexão da tarefa 2.	
<b>Aula 6 e 7 – Tarefa 3</b>	<b>7/05/15</b>	<b>90 minutos</b>
- Propagação do som; - Mecanismo de propagação do som no ar.	1.º momento : apresentação da tarefa 3; 2.º momento: realização da tarefa; 3.º momento: discussão coletiva e síntese final; 4.º momento: reflexão da tarefa 3.	
<b>Aula 8 – Tarefa 4</b>	<b>12/05/15</b>	<b>45 minutos</b>
- Espectro sonoro; - Sons audíveis; - Ultrassons; - Infrassons.	1.º momento : apresentação da tarefa 4; 2.º momento: realização da tarefa.	

<b>Aula 9 e 10 – Tarefa 4</b>		<b>14/05/15</b>	<b>90 minutos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espetro sonoro;</li> <li>- Sons audíveis;</li> <li>- Ultrassons;</li> <li>- Infrassons.</li> </ul>		1.º momento : resumo da aula anterior; 2.º momento: continuação da realização da tarefa 4; 3.º momento: discussão coletiva e síntese final; 4.º momento: reflexão da tarefa 4.	
<b>Aula 11 e 12 – Tarefa 5</b>		<b>28/05/15</b>	<b>90 minutos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nível de intensidade sonora;</li> <li>- Limiar de audição e limiar de dor;</li> <li>- Sonómetro;</li> <li>- Audiograma;</li> <li>- Poluição sonora.</li> </ul>		1.º momento : apresentação da tarefa 5; 2.º momento: realização da tarefa; 3.º momento: discussão coletiva ( <i>role play</i> ); 4.º momento: síntese final (posição final da turma face à implementação do festival eletrónico no bairro).	
<b>Aula 13 – Tarefa 5</b>		<b>2/06/15</b>	<b>45 minutos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nível de intensidade sonora;</li> <li>- Limiar de audição e limiar de dor;</li> <li>- Sonómetro;</li> <li>- Audiograma;</li> <li>- Poluição sonora.</li> </ul>		1.º momento : resumo da aula anterior; 2.º momento: elaboração da ata; 3.º momento: síntese final; 4.º momento: reflexão da tarefa 5.	

**Figura 3.7** Sequência das aulas lecionadas e das tarefas realizadas pelos alunos sobre a temática Som.

Com as tarefas concebidas e centradas em experiências educativas diversificadas, pretende-se que os alunos desenvolvam várias competências preconizadas nas orientações curriculares, nomeadamente competências de conhecimento, raciocínio, atitudes e comunicação. No Quadro 3.4 assinalam-se as competências que cada uma das tarefas permite que os alunos adquiram.



**Quadro 3.4** *Competências mobilizadas nas tarefas de investigação e de role play.*

Domínio das Competências	Competências Mobilizadas	Tarefas				
		1	2	3	4	5
<b>Conhecimento</b>	Realizar pesquisa bibliográfica no manual e/ ou na internet	x	x	x	x	X
	Adquirir conhecimento científico	x	x	x	x	X
	Analisar e interpretar resultados	x	x			
	Explorar o problema através de fontes diversas (vídeo, imagens, textos, etc)	x	x	x	x	x
	Elaborar um plano de ação		x			
	Formular questões			x	x	
	Registar observações		x			
	Conhecer a influência da sociedade na ciência e vice-versa	x	x	x	x	x
<b>Raciocínio</b>	Estabelecer relação entre conceitos	x	x	x	x	x
	Interpretar informação	x	x	x	x	x
	Tomar decisões	x	x	x	x	X
<b>Comunicação</b>	Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito	x	x	x	x	X
	Utilizar corretamente a língua portuguesa na comunicação oral e escrita	x	x	x	x	X
	Usar uma linguagem científica contextualizada	x	x	x	x	X
<b>Atitudes</b>	Respeitar os colegas e a professora	x	x	x	x	X
	Aceitar as decisões do grupo	x	x	x	x	X
	Colaborar com os colegas de forma empenhada e tolerante	x	x	x	x	X
	Gerir o tempo	x	x	x	x	X
	Refletir sobre o trabalho efetuado	x	x	x	x	X

## Breve descrição das tarefas

Nesta subsecção descrevem-se sucintamente as tarefas de investigação a realizar pelos alunos. Apresentam-se as diferentes fases do modelo dos cinco E's e descreve-se resumidamente a tarefa de *role play*.

## Tarefas de Investigação

Como estratégia, para o desenvolvimento das competências nos domínios do conhecimento (substantivo, processual, epistemológico), raciocínio, comunicação e

atitudes, na construção das tarefas utiliza-se o modelo teórico dos Cinco E's (Bybee et al., 2006). Assim, cada tarefa apresenta as cinco fases propostas por este modelo: envolvimento (*engagement*) onde se suscita a curiosidade e interesse dos alunos relativamente a uma situação problemática; exploração (*exploration*) corresponde ao trabalho mais autónomo dos alunos, onde estes pesquisam, levantam hipóteses, discutem em grupo; explicação (*explanation*), nesta fase os alunos apresentam as suas conclusões, discutem resultados, argumentam com base nas evidências recolhidas; ampliação (*elaboration*) nesta etapa são apresentadas aos alunos novas situações, num contexto próximo ao da tarefa já realizada; avaliação (*evaluation*) corresponde à última fase, onde os alunos refletem sobre o trabalho que desenvolveram, o que lhes permite aferir quais os pontos que podem melhorar ou onde tiveram mais dificuldades.

Relativamente à primeira fase do modelo dos cinco E's, **envolvimento**, são várias as estratégias utilizadas, como se pode verificar no Quadro 3.5 Na tarefa 1, os alunos visualizam uma imagem de uma orquestra sinfónica e leem uma pequena banda desenhada, em que uma das personagens coloca uma questão sobre instrumentos musicais: “Como será que se classificam os instrumentos musicais?”. Na segunda tarefa, os alunos leem uma banda desenhada sobre os atributos do som. Na tarefa 3, os alunos leem uma banda desenhada, na qual o João (personagem) coloca uma questão sobre a propagação do som: “Lucas parece-te ser verdade que se ouvem estas explosões?”, e visualizam o *trailer* do episódio IV do filme *Star Wars*. Na tarefa 4, é apresentada aos alunos uma notícia sobre sinais percussores de um *Tsunami* detetados por elefantes.

Na fase seguinte (**exploração**) é solicitado aos alunos, na primeira tarefa, que prevejam uma resposta à questão colocada na banda desenhada, que elaborem uma lista com os instrumentos musicais que conhecem e que através da pesquisa no manual agrupem os instrumentos justificando a opção, sob a forma de esquema. Relativamente à segunda tarefa, nesta fase de exploração é pedido aos alunos que indiquem qual o atributo do som referido na banda desenhada, pelo João (personagem) e que através da pesquisa no manual justifiquem a resposta. Como também, após a seleção de um instrumento musical construído pelos alunos da turma, na tarefa anterior, os alunos são desafiados a elaborem um plano de ação para estudar o atributo do som mencionado na banda desenhada. Na tarefa 3, os alunos preveem uma resposta à questão colocada pelo João na banda desenhada. Através da pesquisa no manual e da utilização de uma simulação sobre a propagação do som, é pedido aos alunos que respondam à questão colocada na banda

desenhada. Após a visualização do *trailer* do episódio IV do filme *Star Wars*, os alunos são solicitados a escrever um pequeno texto, para enviar ao realizador do respetivo filme, a referir e justificar algumas situações que traduzissem incorreções científicas. Por fim, na quarta tarefa de investigação os alunos formulam uma questão que a leitura da notícia lhes sugira e, mais uma vez, os alunos realizam uma pesquisa no manual da disciplina para dar resposta à questão formulada.

A terceira fase do modelo corresponde à **explicação**, durante a qual os alunos dão resposta às questões e comunicam as suas conclusões aos restantes colegas de turma. As respostas são discutidas em grupo turma e os conceitos desenvolvidos pelos alunos são clarificados. De seguida, realiza-se a síntese do que foi trabalhado pelos alunos durante a realização da tarefa. Desta forma, nas tarefas 1 e 3 os alunos registam as respostas às questões colocadas. Na tarefa 2, apresentam primeiro o plano de ação que vão elaborar para dar resposta à questão que se coloca e, depois após a realização da pesquisa e seleção de informação elaboram o registo das respostas. Nas quatro tarefas de investigação segue-se o momento da discussão coletiva e síntese. Na tarefa 2 a síntese é realizada com a colaboração dos alunos, sob a forma de esquema no quadro. Nas restantes tarefas faz-se uma apresentação powerpoint, onde estão registados os principais conceitos científicos mobilizados pelos alunos durante a realização da tarefa.

A quarta etapa do modelo dos Cinco E's corresponde à **ampliação**, isto é, coloca-se um desafio aos alunos para que aprofundem os seus conhecimentos e relacionem entre si os conceitos abordados. Assim, na primeira tarefa os alunos constroem um instrumento musical, a partir de resíduos sólidos urbanos, como também analisam um instrumento musical construído por outro grupo e classificam-no. Na tarefa 2, os alunos são desafiados a continuar a banda desenhada, tendo em conta a afirmação do Lucas (personagem) “Vou colocar o som mais alto”. Na terceira tarefa, os alunos, após a observação do vídeo relativo ao filme “Stand By me “ de Rob Reiner, são solicitados a formular uma questão e elaborar a respetiva resposta. Na tarefa 4, é pedido aos alunos, após a leitura de uma notícia sobre um grupo de baleias que encalharam, que indiquem a hipótese levantada na notícia e que elaborem um resumo a fundamentar a mesma.

Finalmente, vem a última fase do modelo, a **avaliação**. Nesta etapa os alunos refletem sobre as aprendizagens realizadas, as dificuldades sentidas e a forma como trabalharam. No Quadro 3.5, apresenta-se para as quatro tarefas propostas a comparação entre as diferentes fases do modelo dos cinco E's definido por Bybee et al. (2006).

**Quadro 3.5** *Identificação de cada fase do modelo dos cinco E's nas tarefas de investigação propostas.*

Tarefas	Fases do modelo dos cinco E's
	Envolvimento
1	Visualização de uma imagem (orquestra sinfónica) e leitura de uma pequena banda desenhada sobre instrumentos musicais.
2	Leitura de uma banda desenhada.
3	Leitura de uma banda desenhada e visualização do <i>trailer</i> do episódio IV do filme <i>Star Wars</i> .
4	Leitura de uma notícia sobre sinais percussores de um <i>Tsunami</i> detetados por elefantes.
Exploração	
1	Previsão de uma resposta para o problema. Pesquisa, seleção e organização de informação para responder às questões.
2	Identificação do atributo do som referido na banda desenhada. Pesquisa, seleção e organização de informação para responder às questões. Elaboração de um plano de ação para estudar o atributo do som mencionado na banda desenhada.
3	Previsão de uma resposta para o problema. Pesquisa, seleção e organização de informação para responder à questão colocada na banda desenhada e para elaborar um pequeno texto ao realizador do episódio IV do filme <i>Star Wars</i> .
4	Formulação de uma questão. Pesquisa, seleção e organização de informação para responder à questão.
Explicação	
1, 2, 3, 4	Registo das respostas às questões colocadas. Discussão coletiva e síntese.
Ampliação	
1	Construção de um instrumento musical, a partir de resíduos sólidos urbanos. Análise de um instrumento musical construído por outro grupo e classificação.
2	Continuação da banda desenhada tendo em conta a afirmação: “Vou colocar o som mais alto”.
3	Formulação de uma questão e respetiva resposta.
4	Indicação da hipótese apresentada numa notícia, e elaboração de um resumo a fundamentar a mesma.
Avaliação	
1,2,3,4	Questões para que os alunos reflitam sobre as aprendizagens realizadas, as dificuldades sentidas e sobre o trabalho desenvolvido pelo grupo.

## ***Role play***

A tarefa 5 é uma tarefa de *role play* e é realizada pelos alunos no final da proposta didática pois estes já possuem conhecimento científico sobre o tema som, que podem mobilizar, para discutirem os diferentes aspetos relacionados com um “festival eletrónico”, mais concretamente sobre a problemática relativa à poluição sonora.

Também, ao longo das aulas com a elaboração das restantes tarefas, os alunos desenvolvem competências ao nível do conhecimento processual, do raciocínio, da comunicação e das atitudes, que podem sempre mobilizar na realização da tarefa de *role play*.

Esta tarefa inicia-se com a apresentação dos objetivos, o modo de trabalho dos alunos vão trabalhar, a explicação de como irá decorrer e quais os critérios de avaliação. No momento seguinte, faz-se, em turma, a leitura de um texto onde se apresenta uma questão sociocientífica controversa, relativa à aprovação de um festival eletrónico num bairro tradicional de Lisboa. No respetivo texto são explanadas as diversas características do festival (onde se realizam os concertos, o número de dias do festival, o horário de funcionamento, etc.). Posteriormente, os alunos são divididos em seis grupos de trabalho, os mesmos das tarefas de investigação. É atribuído a cada grupo um papel a representar entre os sete possíveis (Organização do Festival; Técnico de som; Representante da autarquia; Representante de moradores; Delegado de saúde; Representante de uma organização ambiental e Moderadores), sendo que o papel relativo aos moderadores fica a cargo da professora. De seguida, espera-se que os alunos preparem a sua participação na discussão, tendo por base questões orientadoras relativas a cada papel, para facilitar a pesquisa e análise de informação. Após a pesquisa, a seleção de informação e a preparação de argumentos a utilizar pelos elementos de cada grupo no jogo de papéis, inicia-se a discussão em que cada grupo argumenta e defende o seu ponto de vista (de acordo com a personagem participante na discussão). Posteriormente à discussão é pretendido que se defina a posição final da turma face à situação problemática, ou seja é apresentada uma síntese final, sendo as principais conclusões apresentadas pelos alunos. Finalmente, é pedido a cada grupo que redija uma ata relativa à discussão realizada não esquecendo as principais conclusões da mesma.

Esta tarefa está de acordo com o que refere Dillon (1994) quando classifica a tarefa de *role play* como tarefa de discussão, pois foca-se numa questão e inicia-se com diferentes pontos de vista das personagens. Ao longo da discussão, os alunos apresentam argumentos que justifiquem o ponto de vista da personagem que representam e analisam e contra-argumentam a posição das restantes personagens. No entanto, no final da discussão, existe um consenso que é construído ao longo da discussão, resulta da participação de todos os alunos e é aceite e partilhado por todos. Neste sentido, esta tarefa para além de fomentar o desenvolvimento de competências ao nível da comunicação,

permite que os alunos mobilizem diversas competências em diferentes domínios, como se apresenta no Quadro 3.2.

## **Avaliação dos alunos**

Segundo Pinto e Santos (2006), nos dias de hoje, o termo avaliação é muito usado no contexto pedagógico, por um lado, resulta da tomada de consciência da sua importância neste campo pedagógico, por outro, pode levar à vulgarização da avaliação onde tudo é avaliado, como também à ideia que os problemas de aprendizagens dos alunos se podem colmatar com mais avaliações. A avaliação, para além de fornecer dados sobre o desempenho escolar dos alunos, transmite informações fundamentais para ajudar o aluno a aprender melhor. Contudo, para se utilizar a avaliação nesta perspetiva é necessário pensá-la no paradigma construtivista, onde aprender é um processo complexo e pessoal de construção de conhecimento. Só a partir da relação entre a avaliação, os processos de ensino e de aprendizagem é possível transformar a avaliação num instrumento para a aprendizagem.

As orientações curriculares, para a área disciplinar das Ciências Físicas e Naturais, referem-se à avaliação, como componente fundamental, que atua como estímulo ao envolvimento dos alunos, devendo ser criados elementos de avaliação que se adaptem à vivência de situações diferenciadas e à avaliação das diferentes competências (Galvão et al., 2001). Este documento destaca que a avaliação deve influenciar positivamente a aprendizagem em Ciência, ou seja assentar, essencialmente na avaliação formativa. Roldão (2009) refere que a avaliação deve ser coerente com as estratégias educativas e estar articulada com a forma como todo o trabalho com os alunos é desenvolvido. Defendendo que se deve avaliar o que efetivamente e “intencionalmente foi trabalhado, e não o que resulta dos dotes ou possibilidades culturais do aluno exteriores ao processo de ensino” (p.65). A avaliação deve ser vista não como um fim, mas como um meio que transmite indicações para melhorar a aprendizagem dos alunos, pois fornece informações necessárias no sentido do aluno se autoaperfeiçoar (Lopes, 2004). Santos (2002) afirma que o professor deve apresentar contextos que facilitem e proporcionem a autoavaliação regulada dos alunos, incentivando a sua autonomia. Para promover a autoavaliação dos alunos, o professor pode recorrer a diversas estratégias, tais como: abordagem positiva do erro, questionamento, explicitação e negociação dos critérios de avaliação e a

utilização de recursos alternativos de avaliação. Segundo Oliveira et al. (1999), o professor deve recorrer a instrumentos de avaliação, como relatórios de investigação e a observação direta do desempenho dos alunos na sala de aula que mostrem não só os resultados obtidos pelos alunos, mas principalmente a forma como os alcançaram. Os instrumentos da avaliação devem ser diversificados para englobar diversas competências e contextos específicos (Lopes, 2004).

Ao longo da realização da subunidade didática, a avaliação incide, não só nas produções escritas dos alunos, mas também no desempenho de cada aluno na sala de aula. Para a avaliação dos registros escritos, são elaboradas, para cada tarefa, instrumentos de avaliação, de forma a avaliar as competências desenvolvidas pelos alunos durante a realização das tarefas (Apêndices E). Os instrumentos de avaliação utilizados nas cinco tarefas são apresentados aos alunos antes do início da tarefa e com eles discutidos. Nesta intervenção, privilegia-se uma avaliação formativa que tenha em consideração o resultado do trabalho dos alunos em cada tarefa, mas que não descure os vários processos que cada um utiliza ao longo das várias situações de aprendizagem. Para além da avaliação formativa, recorre-se à avaliação sumativa através de um teste e são elaborados critérios de correção para o mesmo (Apêndice F).





# CAPÍTULO 4

---

## MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Este estudo tem como finalidade conhecer como é que a abordagem da temática Som, recorrendo a tarefas de investigação e *role play*, fomenta a aprendizagem dos alunos. Este capítulo encontra-se organizado em quatro secções. Na primeira, fundamenta-se a metodologia de investigação a utilizar. Na segunda, caracterizam-se os participantes deste trabalho. Na secção seguinte descrevem-se os instrumentos usados na recolha de dados, nomeadamente a observação naturalista, a entrevista e os documentos escritos. Na última secção apresenta-se o método de análise de dados utilizado e as categorias de análise que emergiram dos dados recolhidos.

### Metodologia de Investigação

A escolha da metodologia a utilizar está relacionada com as finalidades do trabalho. Para atingir o objetivo deste trabalho, opta-se por um paradigma interpretativo pois, por um lado, pretende-se valorizar as perspetivas e os significados atribuídos pelos participantes às situações e, por outro, é uma investigação em pequena escala onde o foco corresponde a uma turma com 20 alunos do 8.º ano de escolaridade do ensino básico. Espera-se que a investigação se realize num ambiente natural de sala de aula, na perspetiva do professor como investigador. Como as finalidades deste estudo apontam para uma natureza descritiva, adota-se uma investigação qualitativa. Esta abordagem segundo Neves (1996), “não busca enumerar ou medir eventos e, geralmente, não emprega instrumental estatístico para análise dos dados; seu foco de interesse é amplo e parte de uma perspetiva diferenciada da adotada pelos métodos quantitativos” (p.1). De acordo com Bogdan e Biklen (1994), uma investigação qualitativa assenta em cinco características fundamentais: (i) o investigador é o instrumento de recolha de dados de uma situação natural; (ii) os dados recolhidos são principalmente descritivos; (iii) é valorizado o processo, ou seja, o que acontece e não apenas o produto e resultado final; (iv) os resultados são analisados de forma indutiva e no seu conjunto; (v) é muito importante o ponto de vista dos participantes.

## Participantes

Neste trabalho participam 20 alunos, de uma turma do 8.º ano de escolaridade, de uma escola do 2.º e 3.º ciclo do ensino básico. Destes alunos, catorze são do sexo feminino (70%) e seis do sexo masculino (30%). No início do ano letivo 2014/2015, a média de idades dos alunos era de treze anos. Quanto ao aproveitamento escolar, três alunos (15%) estão a repetir o 8.º ano. Relativamente ao prosseguimento de estudos, três alunos (15%) não revelam as suas intenções, um aluno apenas (5%) pretende finalizar o ensino secundário e dezasseis alunos (80%) pretendem prosseguir os seus estudos até ao ensino superior. Dos quais, sete alunos (44%) referem como objetivo a realização de uma licenciatura, dois alunos (12%) pretendem realizar um mestrado e sete alunos (44%) revelam o desejo de efetuarem um doutoramento. Como atividades extracurriculares três alunos (15%) têm música, o mesmo número de alunos (15%) tem desporto e oito alunos (40%) têm música e desporto. Em termos de contexto familiar, verifica-se que seis alunos (30%) vivem apenas com um dos pais, pelo que, dezasseis alunos (80%) têm a mãe como encarregado de educação e quatro alunos (20%) têm o pai como encarregado de educação. Os encarregados de educação, na sua maioria, têm habilitações correspondentes ao nível do ensino secundário, tal como se apresenta no Quadro 4.1. Quanto à sua situação profissional, a maioria trabalha por conta de outrem.

**Quadro 4.1** *Habilitações académicas dos encarregados de educação e pais dos alunos.*

Habilitação académica	Encarregados de Educação		Mãe		Pai	
	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Frequência Absoluta	Frequência Relativa
4º Ano	0	0%	0	0%	1	5%
6º Ano	3	15%	3	15%	2	10%
9º Ano	4	20%	3	15%	2	10%
12º Ano	9	45%	8	40%	2	10%
Licenciatura	4	20%	6	30%	2	10%
Sem informação	0	0%	0	0%	11	55%

Na realização deste trabalho é garantido o anonimato dos participantes e é pedida a autorização aos encarregados de educação (Apêndice C).

A escola onde se realiza este estudo situa-se numa zona urbana, de um concelho localizado na periferia da cidade de Lisboa. É constituída por quatro blocos, dois dos quais essencialmente de serviços e de apoio às atividades escolares e da sua comunidade, e os outros dois são constituídos por salas de aula, onde se inclui a sala de aula adaptada a laboratório de Ciências Físico Químicas.

## **Recolha de dados**

Os instrumentos de recolha de dados que podem ser utilizados numa investigação qualitativa são: a entrevista, a observação e documentos escritos (Tuckman, 2005). Alves (2002) e Patton (1990) referem a importância de utilizar uma combinação destes três instrumentos, ou seja, através de uma metodologia de triangulação, de forma a obter uma perspetiva mais fidedigna e completa, validando os dados recolhidos. Neste trabalho, os dados foram recolhidos através de documentos escritos, a entrevista em grupo focado e as observações com as notas de campo da professora e os registos áudio das aulas. A recolha de dados é realizada pela professora e tem como principal local a sala de aula.

## **Entrevista**

As entrevistas podem “constituir a estratégia dominante para a recolha de dados ou podem ser utilizadas em conjunto com a observação participante, análise de documentos e outras técnicas” (Bogan & Biklen, 1994, p.134). Uma entrevista corresponde a uma conversa intencional, que envolve duas ou mais pessoas, e permite ao “investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspetos do mundo” (Bogdan & Biklen, 1994, p.134).

Quanto à estrutura, as entrevistas dividem-se em estruturadas, não estruturadas e semiestruturadas. Nas entrevistas estruturadas, “o entrevistado responde a perguntas pré-estabelecidas e o entrevistador utiliza um guião que deve ser seguido sem desvios. Este tipo de entrevista é normalmente utilizado quando pretendemos obter informação quantificável de um número elevado de entrevistados com o intuito de, posteriormente, tratar estatisticamente os resultados.” (Afonso, 2005, p.98). Para Afonso (2005), “nas entrevistas não estruturadas, a interação verbal entre o entrevistador e entrevistado desenvolve-se à volta de temas ou grandes questões organizadoras do discurso, sem

perguntas específicas e respostas codificadas” (p.98). As entrevistas semiestruturadas, segundo Afonso (2005), são uma mistura entre os dois formatos anteriores. O modelo é o da entrevista não estruturada, contudo os temas são mais específicos, sendo as entrevistas conduzidas a partir de um guião. Este deve ser construído a partir de questões de pesquisa e eixos de análise do projeto de investigação. A entrevista é organizada por objetivos, questões e tópicos. A cada questão correspondem vários itens ou tópicos que serão utilizados na gestão do discurso do entrevistado em relação a cada pergunta. Para Bogdan e Biklen (1994), a escolha da estrutura da entrevista baseia-se no objetivo de investigação, podendo-se utilizar diferentes estruturas de entrevista em diferentes fases do estudo. No início do estudo pode ser mais pertinente utilizar uma entrevista mais livre, menos estruturada para compreender as perspetivas sobre um tópico. Posteriormente, poderá surgir a necessidade de estruturar mais a entrevista de modo a obter dados comparáveis.

A entrevista em grupo focado corresponde a uma entrevista realizada com um pequeno grupo de pessoas, sobre um tema específico. Os grupos devem ter entre seis a dez participantes, com conhecimentos prévios semelhantes e a entrevista deve ter a duração entre uma a duas horas. Esta entrevista é conduzida de forma a conseguir diferentes perspetivas sobre um determinado assunto, num contexto social. O entrevistador deve ser competente para deixar os participantes à vontade no sentido de partilharem as suas ideias (Patton, 2002). Patton (2002) refere que neste tipo de entrevista os participantes constituem um grupo homogéneo e refletem sobre questões colocadas pelo entrevistador e respondem. Os participantes ouvem as respostas dos outros participantes e em seguida tecem comentários adicionais. Não sendo necessário que todos concordem uns com os outros ou cheguem a um consenso. A entrevista em grupo focado tem várias vantagens. É mais económica pois num reduzido espaço de tempo, é possível obter informação sobre diversas pessoas em vez de apenas uma. Segundo Bogdan e Biklen (1994), possibilita ao entrevistador conhecer o mundo dos participantes, visto que ao refletirem todos em conjunto sobre um assunto, os entrevistados são motivados a discutirem e a darem ideias que podem ser exploradas mais tarde. No entanto, a entrevista em grupo focado apresenta algumas desvantagens. Na perspetiva de Patton (2002), o número de questões que permite abordar é limitado devido ao tempo reduzido e há dificuldade de tomar notas ao longo da entrevista. Para colmatar esta dificuldade sugere a utilização de pares de entrevistadores, um dos quais fica responsável pelo registo das

respostas, enquanto o outro gera a entrevista e o grupo. Outra desvantagem é a necessidade de um entrevistador competente no sentido de conseguir moderar e conduzir a entrevista. Afonso (2005) refere como desvantagem, da gravação de uma entrevista, a possibilidade de existir a sobreposição de vozes dos entrevistados, resultante da dinâmica normal da entrevista, o que dificulta a compreensão e consequentemente a transcrição da entrevista.

No âmbito deste trabalho, realizam-se duas entrevistas em grupo focado no fim da intervenção. Os alunos são divididos em dois grupos com dez alunos por grupo. Cada entrevista tem a duração aproximadamente de quinze minutos. As entrevistas são realizadas na escola, numa sala diferente da sala de aula. O guião da entrevista apresenta-se no Apêndice D.

## **Observação**

A observação consiste num instrumento indicado para perceber determinados fenómenos, permite a recolha de dados de uma forma direta e sem interferências entre o investigador e o ambiente que se pesquisa. Permite observar e registar de uma forma mais objetiva, para posteriormente possibilitar a interpretação dos dados recolhidos (Bogan & Biklen, 1994).

As observações podem ser caracterizadas quanto ao tipo de estruturação, ao grau de envolvimento do observador e em relação ao local onde é realizada. Relativamente ao tipo de estruturação, a observação pode ser considerada estruturada, quando o observador sabe previamente o que vai observar, semiestruturada, quando o observador tem algumas categorias previamente definidas, ou não-estruturada, quando o investigador vai observar um fenómeno para decidir o que é relevante para a sua investigação. No que diz respeito ao grau de envolvimento do investigador, a observação pode ser participante, quando o investigador se torna parte da situação a observar, ou não participante, quando o investigador não interage com a situação a observar. Quanto ao local onde é realizada, esta pode ser considerada naturalista, se é realizada no ambiente natural do fenómeno em estudo, ou artificial, se é realizada em condições controladas.

Os dados da observação podem ser registados através de instrumentos como notas de campo, grelhas de observação ou meios audiovisuais. Segundo Bogdan e Biklen (1994), as notas de campo são “o relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê,

experiencia e pensa no decurso da recolha e refletindo sobre os dados de um estudo qualitativo” (p. 150). Desta forma, o observador, ao registar os dados deve procurar fazê-lo numa perspetiva de totalidade, sem se desviar do foco da observação, de modo a que “nem termine com um amontoado de informações irrelevantes, nem deixe de obter certos dados que vão possibilitar uma análise mais completa do problema” (Lüdke & André, 1986, p. 30). As notas de campo realizadas após cada observação devem apresentar uma parte descritiva do local, pessoas, ações e conversas observadas e uma parte reflexiva com as observações pessoais do observador, as suas ideias e preocupações mas não deve assentar nas suposições que o observador faz sobre o meio (Bogan & Biklen, 1994). As gravações audiovisuais são muito úteis pois podem ser visualizadas várias vezes. Estes registos mostram as situações vividas entre os participantes de uma forma mais fiável do que os registos escritos. O investigador, após informar os participantes do objetivo da gravação vídeo, deve certificar-se de que os participantes se sentem à vontade, não comprometendo as suas respostas devido à gravação.

Neste trabalho é realizada observação naturalista do tipo participante, dado que é a professora um dos elementos que intervém nas aulas registando o que acontece, através de notas de campo e registos áudio. Ao longo da intervenção realizam-se registos áudio das aulas, sendo gravado um grupo de trabalho em cada aula. Os grupos gravados são identificados de A a F. Após o término da aula, a professora faz o registo das notas de campo, que resultam da reflexão realizada pela professora às reações e comentários dos alunos às tarefas realizadas. As reflexões incidem sobre as dificuldades que os alunos sentem, as estratégias que utilizam para superar as dificuldades e as aprendizagens que realizam ao desenvolverem as tarefas.

## **Documentos escritos**

Os documentos escritos são “as leis e regulamentos, normas, pareceres, cartas memorandos, diários pessoais, autobiografias, jornais, revistas, discursos, roteiros de programas de rádio e televisão até livros, estatísticas e arquivos escolares”(Lüdke & André, 1986, p. 38). Segundo Bogdan e Biklen (1994), a qualidade dos documentos escritos é variável, estes podem fornecer apenas detalhes fatuais ou serem uma fonte abundante de informações acerca de como os sujeitos veem o mundo. Para os autores, existem diferentes tipos de dados escritos pelos sujeitos, nomeadamente documentos

personais, como os diários íntimos, as cartas pessoais e as autobiografias e documentos oficiais, nos quais fazem parte os documentos internos, as comunicações externas e os registos sobre os estudantes e ficheiros pessoais. A escolha do tipo de documentos a analisar depende da finalidade do estudo.

No âmbito deste trabalho são usados quer documentos pessoais, quer documentos oficiais. Relativamente aos pessoais são utilizadas as produções escritas dos alunos em cada tarefa e as reflexões escritas realizadas pelos alunos individualmente no final de cada tarefa, onde estes descrevem as suas aprendizagens, as suas dificuldades e o modo de funcionamento do grupo. Em relação aos documentos oficiais, utilizam-se os registos biográficos dos alunos para a caracterização dos participantes neste trabalho.

No caso do presente trabalho, como anteriormente referido, os dados são resultantes de vários instrumentos (entrevista, observação e documentos escritos), o que leva a várias perspetivas na análise dos resultados. A isto designa-se triangulação dos dados. A confiança exclusiva num único instrumento de recolha de dados pode alterar o ponto de vista do observador, pelo que é frequente proceder-se à triangulação, conjugando mais do que um instrumento, para aumentar a sua robustez e validade (Patton, 2002). Através da triangulação de dados é possível fazer uma codificação indutiva, que permita a criação de códigos fundamentados nos dados. Esta codificação vai facilitar o processo de triangulação, permitindo assim que seja possível fazer a comparação entre diversas fontes e análises de dados, com o objetivo de validar as interpretações e conclusões geradas no seio do estudo (Alves, 2002).

## **Análise de dados**

Segundo Bogdan e Biklen (1994), a análise de dados é um processo de procura e organização sistemático de transcrições de todos os dados recolhidos, que tem como objetivo facilitar a compreensão destes e permitir ao investigador apresentar as informações que recolheu. A análise envolve o trabalho com os dados, a sua organização, divisão em unidades manipuláveis, síntese, procura de padrões e descoberta dos aspectos importantes. De acordo com Bardin (1977), quando se codificam os dados recolhidos devem produzir-se categorias. O processo de codificação e de construção das categorias é determinado por vários aspetos, como, por exemplo, os objetivos do estudo, a

homogeneidade, a pertinência das categorias e o objetivo de se encontrarem regularidades nos dados disponíveis (Bogdan & Biklen, 1994). Para Stringer (2007), o processo de codificação e categorização requer alguma prática, sendo o seu procedimento sequencial: revisão dos dados recolhidos, codificação e categorização dos dados, identificação das categorias, organização do sistema de categorias e realização de um relatório.

Neste trabalho as categorias emergem da análise dos dados recolhidos de forma a dar resposta às questões orientadoras. Relativamente às dificuldades sentidas pelos alunos e às estratégias utilizadas na realização das tarefas, surgem quatro categorias de análise: conhecimento, comunicação, atitudes e estratégias. Quanto às aprendizagens realizadas pelos alunos durante a elaboração das tarefas sobre a temática Som, opta-se por categorizar os dados recorrendo a três categorias: conhecimento científico, conhecimento processual e argumentação. Para responder à terceira questão, relativa à avaliação que os alunos fazem das tarefas que realizam sobre a temática Som, os dados recolhidos, são organizados numa só categoria: gosto e interesse. No Quadro 4.2 apresentam-se as categorias e subcategorias de análise.

**Quadro 4.2** *Categorias e subcategorias de análise para as questões em estudo.*

Questão em estudo	Recolha de dados	Categorias	Subcategorias
<b>Dificuldades sentidas e estratégias utilizadas pelos alunos na realização das tarefas sobre o som</b>	Documentos escritos pelos alunos	Conhecimento	Conhecimento científico
	Entrevista em grupo focado		Conhecimento processual
	Registo áudio das aulas	Comunicação	-----
	Notas de campo da professora	Atitudes	-----
		Estratégias	-----
<b>Aprendizagens realizadas pelos alunos durante a elaboração das tarefas sobre a temática som</b>	Documentos escritos pelos alunos	Conhecimento científico	-----
	Entrevista em grupo focado	Conhecimento processual	Construção de instrumentos musicais
	Registo áudio das aulas		Formulação de questões
	Notas de campo da professora	Argumentação	-----
<b>Avaliação dos alunos às tarefas propostas</b>	Documentos escritos pelos alunos	Gosto e interesse	-----
	Entrevista em grupo focado		-----



# CAPÍTULO 5

---

## RESULTADOS

No presente capítulo analisam-se e apresentam-se os resultados referentes às questões que orientam este trabalho. Os resultados estão organizados em três partes, correspondendo cada uma delas a uma questão orientadora. Na primeira parte, apresentam-se os resultados relativos às dificuldades sentidas pelos alunos e às estratégias utilizadas na realização das tarefas. Na segunda, analisam-se as aprendizagens realizadas pelos alunos. Por fim, na última parte, os resultados analisados refletem a avaliação dos alunos às tarefas propostas.

### **Dificuldades sentidas e estratégias utilizadas pelos alunos na realização das tarefas sobre o som**

As dificuldades e as estratégias evidenciadas pelos alunos, ao realizarem as tarefas sobre o Som, decorreram da análise dos dados recolhidos através dos documentos escritos pelos alunos, das entrevistas em grupo focado, das notas de campo da professora e dos registos áudio das aulas, tendo sido organizadas em quatro categorias: conhecimento, comunicação, atitudes e estratégias. Descrevem-se em seguida os resultados obtidos para cada uma destas categorias.

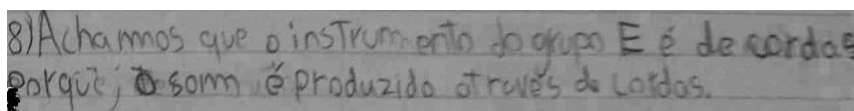
#### **Conhecimento**

Na categoria conhecimento integram-se as subcategorias: conhecimento científico e conhecimento processual.

#### **Conhecimento científico**

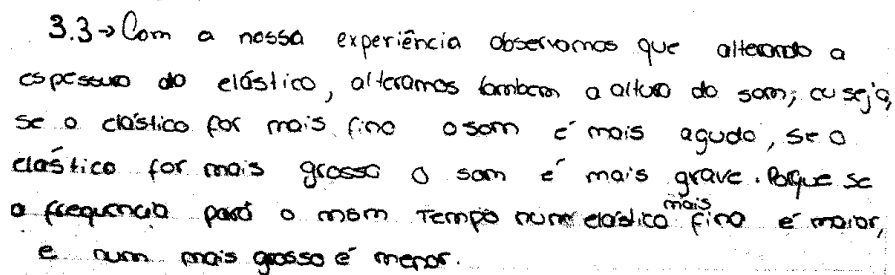
Uma das dificuldades que os alunos sentiram na realização das tarefas insere-se na esfera do conhecimento científico. Estas dificuldades foram evidenciadas nos

documentos escritos produzidos pelos alunos, como se mostra nos excertos que se seguem:



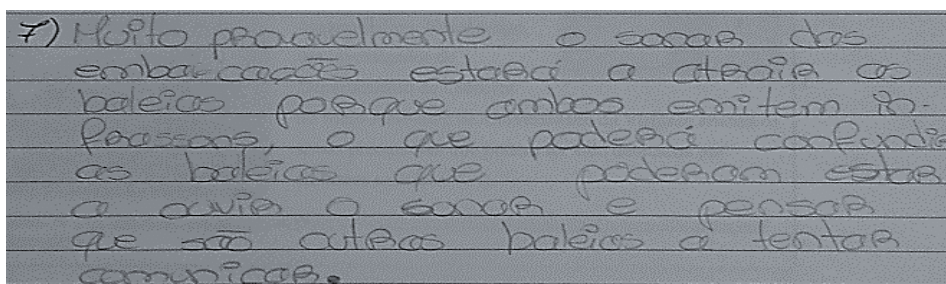
8) Acharmos que o instrumento do grupo E é de cordas porque o som é produzido através de cordas.

(Documentos escritos, grupo D, tarefa 1)



3.3 -> Com a nossa experiência observamos que alterando a espessura do elástico, alteramos também a altura do som; ou seja, se o elástico for mais fino o som é mais agudo, se o elástico for mais grosso o som é mais grave. Porque se a frequência para o mesmo tempo num elástico mais fino é maior, e num mais grosso é menor.

(Documento escrito, grupo A, tarefa 2)



7) Muito provavelmente o som das embarcações estaria a atear a atenção as baleias porque ambas emitem infra-sons, o que poderia confundir as baleias que poderiam estar a ouvir o som e pensar que são outras baleias a tentar comunicar.

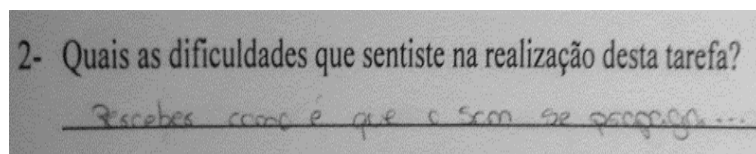
(Documentos escritos, grupo D, tarefa 4)

No primeiro exemplo, correspondente à etapa “Vão mais além...” da tarefa 1, foi solicitado aos alunos que classificassem um instrumento musical produzido por outro grupo. O excerto mostra que os alunos classificaram o instrumento musical como sendo “de cordas”. Contudo, ao justificarem a classificação do instrumento musical, relativamente à origem do som, referiram que “o som é produzido através de cordas”, em vez de indicarem que o som é produzido pela vibração das cordas. O facto de os alunos não terem conseguido justificar a classificação efetuada, prende-se com dificuldades de conhecimento científico, uma vez que não justificaram a classificação do instrumento musical recorrendo ao termo científico espetável.

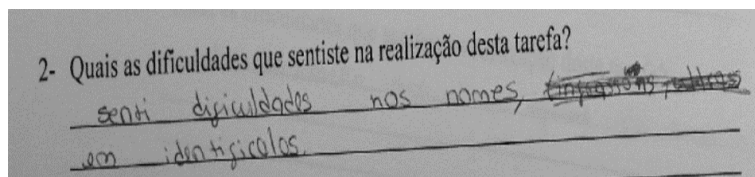
No segundo exemplo, relativo à questão 3.3 da tarefa 2, foi pedido aos alunos que tirassem conclusões após o estudo da altura do som produzido pela vibração, no caso do grupo A, de dois elásticos com diferentes espessuras (massa). A resposta apresentada revela a dificuldade que os alunos demonstraram em compreender o conceito frequência. Quando referiram “Porque se a frequência para o mesmo tempo num elástico mais fino é maior, e num mais grosso é menor”, o que os alunos pretendiam dizer era que no elástico de menor espessura (massa), o número de vibrações por segundo (frequência) é maior do que no elástico de maior espessura. Neste excerto, os alunos apresentaram os resultados obtidos, mas não os interpretaram, de forma a dar resposta à questão colocada, isto é, não tiraram conclusões. Os alunos referiram que “se o elástico for mais fino o som” produzido pela vibração do elástico “é mais agudo, se o elástico for mais grosso o som” produzido “é mais grave...” Porém, não justificaram o facto de um elástico com maior espessura (maior massa) produzir um som mais grave. Os alunos não relacionaram a altura do som com a frequência de vibração do elástico. Embora tenham feito referência à frequência de vibração do elástico com incorreções de linguagem científica e ao nível da língua portuguesa, não indicaram que um elástico com maior espessura vibra mais lentamente do que um elástico com menor espessura, isto é, com menor frequência, daí produzir um som mais grave.

O terceiro exemplo refere-se à questão 7 da etapa “Vão mais além...” da tarefa 4. Nesta questão, os alunos foram solicitados a fundamentar a hipótese levantada na notícia apresentada na respetiva tarefa, sobre a eventual razão do aparecimento de baleias em algumas praias. Os alunos referiram que “Muito provavelmente o sonar das embarcações estará a atrair as baleias”, como sendo a razão do aparecimento das baleias nas respetivas praias e justificaram esta afirmação, dizendo: “porque ambos emitem infrassons”. Esta resposta evidencia que os alunos apresentaram dificuldades ao nível do conhecimento científico, pois para fundamentar a hipótese levantada, os alunos utilizaram o termo científico “infrassons”, em vez de “ultrassons”. Este excerto também evidencia dificuldades ao nível da língua portuguesa e da linguagem científica, os alunos escreveram por exemplo: “...o que poderá confundir as baleias que poderam estar a ouvir o sonar e pensar...”.

As reflexões dos alunos indicam que existiram dificuldades ao nível do conhecimento científico, como se mostra nos excertos que se seguem:



(Documentos escritos, A1, tarefa 3)



(Documentos escritos, A2, tarefa 4)

No primeiro exemplo, o aluno A1 refere ter apresentado dificuldades na compreensão do fenómeno correspondente à propagação do som. No segundo excerto, quando o aluno A2 afirmou “senti dificuldades nos nomes...” estava a referir-se ao vocabulário específico da disciplina, mais concretamente aos conceitos científicos trabalhados na tarefa 4 sobre o espectro sonoro, tais como “infrassons” e “ultrassons”.

Durante as entrevistas, quando questionados os alunos sobre o que menos gostaram, as dificuldades ao nível do conhecimento científico voltaram a ser salientadas, tal como ilustra o exemplo seguinte:

P – O que é que menos gostaram?

A3 – De algumas questões.

P – Digam lá quais?

A3 – Agora nesta [tarefa 5] não havia aquela coisa dos corpúsculos. Não é Mas...por exemplo... havia um. As explicações. Havia algumas que eram um bocado mais difíceis de explicar.

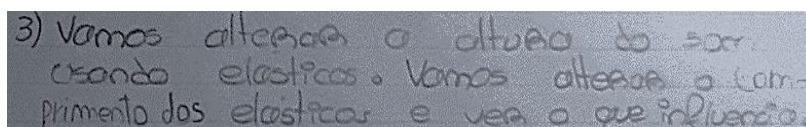
(Entrevista, grupo 2)

No exemplo anterior está evidenciada a dificuldade que os alunos apresentaram na compreensão de alguns conceitos científicos. O aluno A3 mencionou a dificuldade que teve em recorrer aos conceitos que foram trabalhados em aula e à linguagem científica, na elaboração das respostas. Quando afirmou: “Agora nesta não havia aquela coisa dos

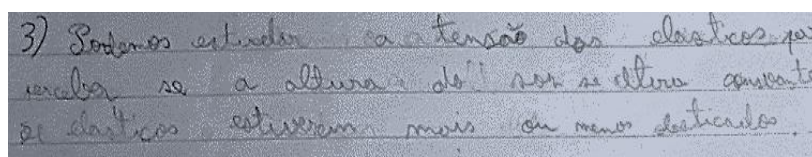
corpúsculos”, estava a referir-se à tarefa 3 sobre a propagação do som. Neste excerto, também é evidente a dificuldade que o aluno apresentou em utilizar linguagem científica, referindo-se ao conceito científico corpúsculos como “aquela coisa”.

## Conhecimento Processual

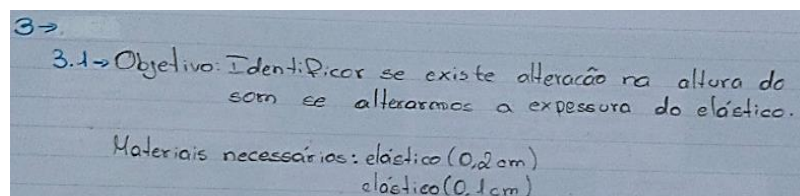
Outra dificuldade manifestada pelos alunos na realização das tarefas correspondeu ao conhecimento processual. Esta dificuldade tornou-se evidente quando lhes foi pedido, na tarefa 2, para apresentarem um plano de ação de forma a alterar uma característica da fonte sonora (instrumento musical) relacionada com o atributo do som - altura. Apresentam-se quatro excertos dos documentos escritos, com as respostas dos alunos, onde é clara a dificuldade sentida na elaboração de um plano de ação:



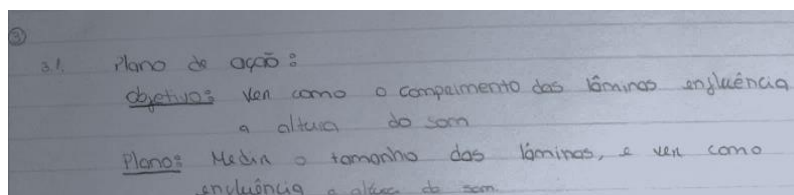
(Documento escrito, grupo D, tarefa 2)



(Documento escrito, grupo B, tarefa 2)



(Documento escrito, grupo A, tarefa 2)



(Documento escrito, grupo C, tarefa 2)

Nos dois primeiros exemplos, embora esteja implícito que os instrumentos selecionados pelos alunos corresponderam a instrumentos de cordas, os alunos não

referiram qual o instrumento musical que selecionaram e não apresentaram o objetivo. No primeiro excerto, os alunos referiram que iriam alterar o comprimento dos elásticos, mas não explicaram o porquê de fazê-lo. Isto é, não expuseram o objetivo de forma clara, não referiram que iriam controlar variáveis. No segundo excerto, os alunos indicaram “Podemos estudar a tensão dos elásticos....”, querendo dizer que iriam estudar a altura do som fazendo variar a tensão aplicada nos elásticos. Nestes dois excertos, os alunos não indicaram o modo como iriam proceder para colocar em ação o seu plano de estudo. O exemplo relativo ao grupo A mostra que os alunos também não referiram o instrumento musical que selecionaram. No entanto, a partir do objetivo apresentado “Identificar se existe alteração na altura do som se alterarmos a espessura do elástico”, é de fácil entendimento que selecionaram um instrumento musical de cordas, e que pretendiam alterar a espessura dos elásticos no instrumento musical e a partir do som produzidos pelos mesmos, classificariam qualitativamente a altura do som emitido. Contudo, os alunos não apresentaram um procedimento para atingir o objetivo apresentado. No exemplo relativo ao grupo C, os alunos também não indicaram o instrumento selecionado. No objetivo apresentado, quando referiram “Ver como o comprimento das lâminas influencia a altura do som”, o que queriam dizer é que pretendiam estudar a altura do som fazendo variar o comprimento das lâminas. Através do objetivo definido é notório que este grupo de trabalho selecionou um instrumento musical de percussão. O procedimento apresentado por este grupo, o qual designaram de plano, é pouco pormenorizado e claro. Os alunos referiram que vão “Medir o tamanho das lâminas...” “apresentando dificuldades ao nível da linguagem científica dado que querem medir o comprimento das lâminas. Também no exemplo apresentado não referiram qual o material que iriam utilizar para realizar a medição e como iriam efetuar a mesma.

Nas notas de campo da professora são relatadas estas dificuldades:

Na questão 3 da tarefa 2, existiu uma grande solicitação da professora por parte dos vários grupos, tendo sido necessário explicar à turma o que se pretendia com a respetiva questão. Ficou evidente que os alunos nunca delinearam um plano de ação. A maioria dos grupos não conseguiu apresentar por escrito um plano de ação claro e bem estruturado. No entanto, todos os grupos estudaram a altura do som fazendo variar uma das características do instrumento musical selecionado pelo seu grupo.

(Notas de campo, tarefa 2)

Tendo em consideração as notas de campo da professora, os resultados sugerem que os alunos não referiram a delineação de um plano de ação como uma dificuldade, pelo motivo apresentado pela professora. Os alunos conseguiram estudar a altura do som fazendo variar uma das características do instrumento musical. Porém, demonstraram dificuldade em apresentar por escrito, de forma clara e estruturada, o respetivo plano.

Ao nível do conhecimento processual, a dificuldade em tirar conclusões foi pouco referida pelos alunos. De facto, foi apresentada numa reflexão que um aluno realizou da tarefa 2, como se mostra no excerto que se segue:

2- Quais as dificuldades que sentiste na realização desta tarefa?  
Explicar as minhas opiniões, e tirar algumas conclusões.

(Documento escrito, A3, tarefa 2)

Na tarefa 2, quando os alunos foram solicitados a tirar conclusões, esta dificuldade foi evidente, como se mostra nos exemplos seguintes:

13- Ao estabelecermos os resultados obtidos, concluímos que quanto maior for o comprimento da coluna de ar, mais grave é o som e quanto menor for o comprimento da coluna de ar, mais agudo é o som, isto acontece porque a altura do som está ligada à frequência da fonte sonora.

(Documento escrito, grupo F, tarefa 2)

3.3) Se o elástico estiver mais frouxo, o som será mais grave pelo contrário se o elástico estiver mais esticado, o som é mais agudo, isto deve-se ao facto de quanto mais o elástico estiver esticado maior será a frequência, ou seja, para o mesmo espaço, de tempo o elástico oscila mais vezes.

(Documento escrito, grupo B, tarefa 2)

No primeiro exemplo, os alunos apresentaram os resultados obtidos, mas não os interpretam de forma a dar resposta à questão apresentada, ou seja, não tiraram conclusões. Os alunos referiram “quanto maior for o comprimento da coluna de ar mais

grave é o som” [produzido pela vibração da coluna de ar e] “quanto menor for o comprimento da coluna de ar mais agudo é o som” [produzido pela vibração da coluna de ar]. Contudo, não justificaram o facto de a vibração de uma coluna de ar com maior (menor) comprimento produzir um som mais grave (agudo). Os alunos não relacionaram a altura do som com a frequência de vibração da coluna de ar.

No segundo exemplo, os alunos registaram os resultados obtidos referindo que “se o elástico estiver solto o som” [produzido pela vibração do elástico] “fica mais grave”, querendo dizer que quanto menor for a tensão aplicada no elástico, mais grave é o som produzido pela vibração do elástico, e para justificar os resultados obtidos afirmaram: “quanto mais o elástico estiver esticado maior será a frequência, ou seja, para o mesmo espaço de tempo o elástico oscila mais vezes”. Os alunos, na elaboração da respetiva resposta, demonstraram dificuldades ao nível da língua portuguesa, mais concretamente no que diz respeito à pontuação. Ademais apresentaram dificuldades ao nível da linguagem científica, como é notório quando indicaram “espaço de tempo” em vez de “intervalo de tempo”. Neste excerto, os alunos relacionaram a altura do som com a frequência de vibração do elástico. Contudo, não referiram que um elástico, onde se aplique menor tensão, a vibração do elástico apresenta menor frequência daí produzir um som mais grave.

## Comunicação

A produção de textos foi outra dificuldade revelada pelos alunos, tendo sido evidenciada, na reflexão que fizeram de algumas tarefas, como se mostra nos dois excertos que se seguem:

Senti dificuldade em escrever a  
carta para os realizadores do  
Star Wars.

(Documentos escritos, A4, tarefa 3)

2- Quais as dificuldades que sentiste na realização desta tarefa?

Em explicar as minhas ideias, por escrito

(Documentos escritos, A3, tarefa 4)



Nos exemplos anteriores está bem patente a perceção que os alunos têm das suas dificuldades no que se refere à comunicação escrita, envolvendo quer a componente da língua portuguesa, quer a da linguagem científica.

Estas dificuldades foram reveladas em alguns registos escritos pelos alunos, como se pode verificar nos exemplos seguintes:

4. Caros Realizadores do Star Wars

Achamos que as explosões <sup>e os tiros</sup> que se fazem sentir no filme são falsas porque não se podem ouvir explosões <sup>nos tiros</sup> no espaço porque o som não se propaga sem corpúsculos e no espaço não existem corpúsculos, estando incorreto cientificamente.

É divertido ver explosões, mas na realidade é impossível.

(Documento escrito, grupo A, tarefa 3)

7) As ondas sonoras emitidas pelo sonar são ultrassons. Como é o caso um tipo de ondas sonoras utilizado pelas baleias pode ter havido uma protecção da pele das baleias.

(Documento escrito, grupo C, tarefa 4)

7. As baleias detetam os ultrassons e o sonar é um ultrassom que as baleias usam para a costa arredores como as baleias.

(Documento escrito, grupo A, tarefa 4)

O primeiro exemplo, com algumas incorreções linguísticas e de pontuação, revela as dificuldades de alguns alunos quer na utilização da língua portuguesa, quer na exposição de ideias de uma forma clara e estruturada. Também, é possível aferir que, o uso de linguagem científica é outra dificuldade evidenciada pelos alunos na elaboração de textos. Neste exemplo, os alunos, após a visualização do *trailer* do episódio IV do filme *Star Wars*, foram solicitados a escrever um pequeno texto, para enviar ao realizador do respetivo filme, a referir e justificar algumas situações que traduzissem incorreções

científicas. Quando os alunos indicaram “Achamos que as explosões e os tiros que se fazem sentir são falsos”, o que pretendiam dizer é que as explosões e os confrontos entre naves que se ouvem *no trailer* correspondem a incorreções científicas. Ao afirmarem “o som não se propaga sem corpúsculos e no espaço não existem corpúsculos”, os alunos queriam referir que o som não se propaga no vácuo.

O segundo e terceiro excerto referem-se à questão 7 da tarefa 4. Nesta questão, correspondente à etapa “Vão mais além ...”, os alunos foram solicitados a elaborar um resumo com a informação que recolheram após pesquisa no manual, para fundamentar a hipótese levantada na notícia, sobre a eventual razão pela qual algumas espécies de baleias apareceram em algumas praias. Nos respetivos exemplos ficou evidente que não conseguiram apresentar um resumo de forma a fundamentar a hipótese levantada. No exemplo relativo ao grupo C, os alunos afirmaram “as ondas sonoras emitidas pelo sonar são ultrassons” e indicaram que “é o mesmo tipo de ondas sonoras utilizadas pelas baleias”, não salientando que as baleias utilizam ultrassons, ondas sonoras de frequência superior a 20000 Hz para se orientarem. Também, não relacionaram estas duas afirmações, indicando apenas “pode ter havido uma perturbação por parte das baleias” denotando assim dificuldades ao nível da língua portuguesa. Os alunos talvez pretendessem dizer que as baleias poderiam ter sido perturbadas pelos ultrassons enviados pelo sonar das embarcações.

No excerto produzido pelo grupo A, quando os alunos indicaram “o sonar é um ultrassom”, para além de demonstrarem dificuldades ao nível da língua portuguesa, mais concretamente ao nível da ortografia, dado que escreveram “ultrassom”, em vez de “ultrassom”, também demonstraram que não compreenderam o significado do termo sonar. Neste exemplo é evidente a dificuldade que os alunos apresentaram ao nível da linguagem científica, como por exemplo quando escreveram “ultrassom que as chamam para a costa”.

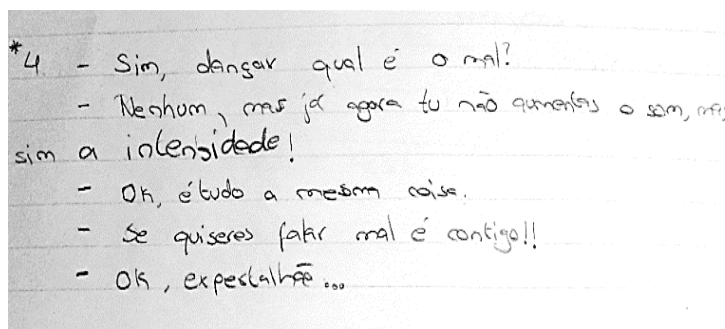
Nas reflexões, alguns alunos também evidenciaram a dificuldade que apresentaram em responder à questão 7 da tarefa 4, como se verifica no exemplo seguinte:

Quais as dificuldades que sentiste na realização desta tarefa?  
Houve questões difíceis como  
na questão 7 foi a questão  
onde pensamos muito.

(Documento escrito, A5, tarefa 4)

Na entrevista em grupo focado, o aluno A4 referiu como dificuldade “continuar a banda desenhada”, estando a referir-se à questão correspondente à etapa “Vai mais além ...” da tarefa 2. Nesta questão os alunos teriam que continuar a banda desenhada que iniciou a tarefa, considerando a afirmação “Vou colocar o som mais alto”. Tendo, assim, que relacionar conceitos referentes aos atributos do som.

O documento escrito apresentado abaixo vem corroborar a dificuldade apresentada pelo aluno A4.



\*4 - Sim, deixar qual é o mal?  
- Nenhum, mas já agora tu não aumentas o som, mas sim a intensidade!  
- Ok, é tudo a mesma coisa.  
- Se quiseres fazer mal é contigo!!  
- Ok, expetalarão...

(Documento escrito, grupo A, tarefa 2)

Neste exemplo verificou-se que os alunos não partiram da afirmação pretendida: “Vou colocar o som mais alto” para continuar a banda desenhada. Mas sim, referiram: “tu não aumentas o som, mas sim a intensidade!” O que os alunos queriam dizer é que quando no dia-a-dia se diz “vou colocar o som mais alto”, quer afirmar-se que se vai aumentar a intensidade do som. Na verdade, o que de facto se pretende não é alterar a altura do som mas sim a intensidade. Neste excerto, os alunos revelaram dificuldades ao nível da linguagem científica. Quando referiram “tu não aumentas o som, mas sim a intensidade”, o que queriam dizer é que quando se aumenta o volume de som, por exemplo, num rádio está a aumentar-se a intensidade do som.

Nas notas de campo da professora são também evidenciadas as dificuldades que os alunos apresentaram ao nível da comunicação escrita:

Os alunos sentem dificuldade na produção de textos escritos. Estes apresentam falhas no plano sintático, erros ortográficos e alguns de linguagem científica.

(Notas de campo, tarefa 3)

A dificuldade em utilizar linguagem científica esteve patente não só nos registos escritos das respostas, como se verificou nos exemplos apresentados, mas também nos registos áudio, tal como ilustra o seguinte excerto:

A6 – “A vibração da membrana...” [leitura em voz alta]

A7 – Onde estás a ler?

A6 – “A vibração da membrana de um tambor propagam-se para as partículas que constituem o ar à sua volta” Tipo, fazes o som, partículas, passa para as seguintes... [Leitura em voz alta]

A7 – Mas, tipo, não há ar no espaço. Por isso é que não se ouve barrulho.

A6 – Tu és inteligente!

A7 – Eu sei, obrigada. Por isso é que eles usam aqueles capacetes e aqueles fatos com botijas de oxigénio. Como não há... Não há coiso para eles se espalharem.

(Registo áudio, grupo E, tarefa 3)

No exemplo anterior, registado ao longo da tarefa 3, os alunos através da pesquisa no manual, estavam a discutir o mecanismo de propagação do som no ar, para posteriormente reconhecerem a não propagação do som no vácuo. Como se verificou através do exemplo, os alunos não recorreram à linguagem científica para se expressarem, tal se demonstrou quando o aluno A7 se referiu ao som como “barrulho” ou quando afirmou “coiso para eles se espalharem” para explicar o mecanismo de propagação do som.

## **Atitudes**

De uma forma geral, os alunos mencionaram ter gostado do trabalho de grupo. No entanto, nas primeiras tarefas, evidenciaram algumas dificuldades em trabalhar em grupo, tendo este aspeto sido mencionado nas suas reflexões escritas, como se pode ler nos seguintes exemplos:

3- Como funcionou o teu grupo?

Funcionou de forma regular, embora eu pense  
que quando vou tentar responder, os meus  
colegas respondem mais rápido e de forma  
mais correta. A outra colega nunca\* participa.

\* ou quase nunca (apenas quando solicita de  
outros colegas ou pela professora).

(Documento escrito, A7, tarefa 1)

3- Como funcionou o teu grupo?

Não porque um dos elementos do grupo não tem iniciativa  
para trabalhar têm de ser os outros a dizer. E tem  
porque os outros fizeram as coisas com empenho e  
ajudaram-se mutuamente.

(Documento escrito, A1, tarefa 1)

3- Como funcionou o teu grupo?

O meu grupo funcionou mais ou menos, porque acho  
que o grupo sou só eu porque na verdade os meus  
colegas não fazem quase nada nos trabalhos e sinceramente  
sinto que venho para aqui das notas nos exames  
e não disso não gosto.

(Documento escrito, A8, tarefa 2)

Os exemplos apresentados referem-se às reflexões realizadas no final das tarefas 1 e 2 e pertencem a três alunos que trabalharam em grupos diferentes. O aluno A7 relatou que há um elemento do grupo que “não tem iniciativa para trabalhar”, o aluno A8 afirmou “a outra colega nunca ou quase nunca participa”, já o aluno A1 referiu “o grupo sou só eu” acrescentando “os meus colegas não fazem quase nada nos trabalhos”. Os motivos apresentados nos excertos podem ter duas leituras: (i) os alunos por apresentarem mais dificuldades podem não contribuir da mesma forma para o produto final que tinham que apresentar, como referiu o aluno A8 “quando vou tentar responder, os meus colegas respondem mais rápido e de forma mais correta”; (ii) os alunos têm métodos de trabalho diferentes, o que pode acrescentar uma dificuldade, ao longo da realização dos trabalhos de grupo.

A dificuldade em trabalhar em grupo foi também mencionada, quando questionados sobre as principais dificuldades que sentiram durante a realização das tarefas. Os alunos A9 e A10 referiram que a dificuldade de trabalhar em grupo está

relacionada com o facto de terem que chegar a um consenso, após a discussão do grupo: “chegar a uma decisão”, “chegar a um acordo”. Este consenso assenta na negociação entre os elementos do grupo que pode significar uma dificuldade acrescida durante o trabalho de grupo.

A professora também referiu esta dificuldade nas suas notas de campo relativas à tarefa 1, tendo relatado:

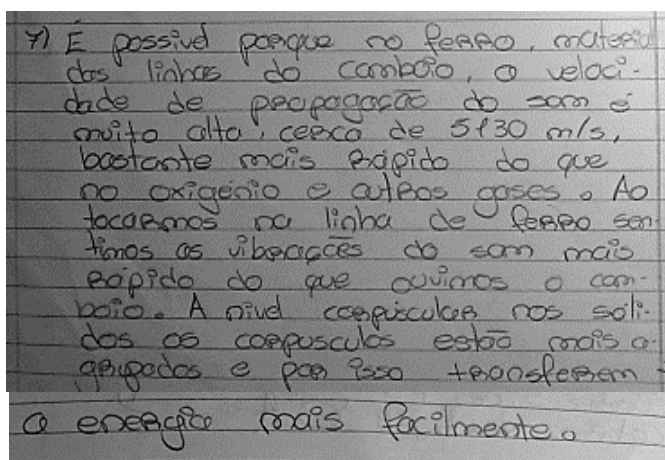
três dos grupos demonstraram alguma dificuldade em trabalhar de forma colaborativa. Não existe uma grande interação entre os alunos, no entanto, responderam na totalidade às questões propostas.

(Notas de campo, tarefa 1)

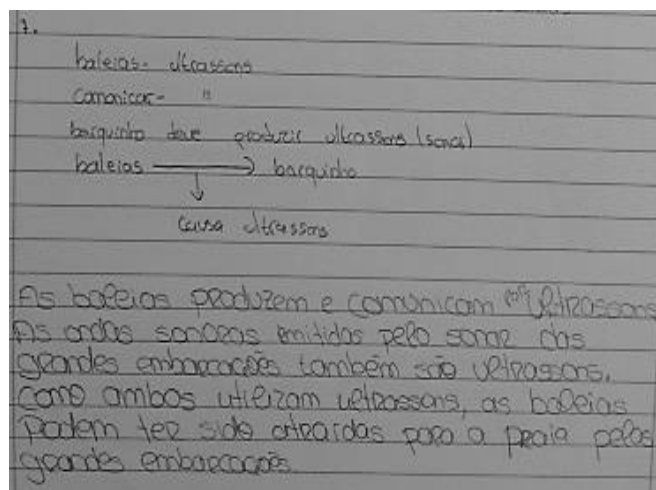
Neste excerto, a professora apresentou como principais dificuldades sentidas pelos alunos no trabalho de grupo, a organização dos elementos de grupo e a respetiva interação.

## Estratégias

Ao longo das várias tarefas, a pesquisa de informação foi uma estratégia inerente ao trabalho dos alunos, não só quando tal lhes foi solicitado, explicitamente, mas também por iniciativa dos próprios alunos, durante a realização das tarefas. A pesquisa foi essencialmente realizada no manual, porém na tarefa 5 os alunos tiveram ao seu dispor um computador com acesso à internet. Seguem-se alguns exemplos de documentos escritos que evidenciam que a pesquisa foi uma das principais estratégias utilizada pelos alunos ao elaborarem o registo escrito das respostas.



(Documento escrito, grupo D, tarefa 3)



(Documento escrito, grupo F, tarefa 4)

O primeiro exemplo, corresponde à questão 7 da etapa “Vão mais além...” da tarefa 3, onde foi solicitado aos alunos que respondessem à questão que formularam, após a visualização do vídeo do filme *Stand By me*, do *Rob Reiner*. Mais concretamente, este documento escrito foi elaborado para dar resposta à questão: “Será possível sentir que o comboio está a chegar quando se toca na linha do comboio?”. Este registo escrito apresentado evidencia que os alunos utilizaram pesquisa de informação para responder à questão. Através da pesquisa de informação no manual, os alunos referiram “no ferro, material das linhas de comboio, a velocidade de propagação do som é muito alta, cerca de 5130 m/s”. Como se verificou, os alunos apresentaram o valor da velocidade de propagação do som no meio material sólido, no ferro à temperatura ambiente. De seguida, apresentaram falhas na resposta ao nível da linguagem científica quando indicaram “bastante mais rápido do que o oxigénio e outros gases”. O que os alunos queriam dizer, é que em geral, o valor da velocidade de propagação do som é maior nos sólidos do que nos gases. No término da resposta, os alunos para justificarem que o valor da velocidade de propagação do som depende do meio onde o som se propaga, referiram, com algumas falhas a nível da língua portuguesa, “A nível corpuscular nos sólidos os corpúsculos estão mais agrupados e por isso transferem a energia mais facilmente”.

Através do segundo exemplo é possível verificar, que os alunos recorreram à pesquisa de informação para dar resposta à questão. Como indica o exemplo, os alunos após a pesquisa colocaram a informação recolhida em forma de esquema e,

posteriormente, redigiram um pequeno texto, onde relacionaram o dispositivo sonar, com a utilização dos ultrassons por parte das baleias e com o seu aparecimento nas praias.

Das transcrições dos registos áudios emergiram várias evidências nesse sentido, como mostra o exemplo seguinte, registado durante a realização da tarefa 3:

A6 – Parece ser verdade que se ouvem estas explosões no espaço? [leitura da questão apresentada na banda desenhada]

A7 – Eu não oiço nada.

A6 – Eu já ouvi dizer que no espaço não se ouve, ou uma coisa assim. Tens aí um lápis? E tu Estrela o que é que achas?

A5 – Eu acho que não.

A6 – Eu dizia assim: Não, porque... Não sei porquê, mas não. Não se ouvem as explosões [dita a resposta e o A7 escreve].

A7 – Não se ouvem explosões não é? [pergunta se é o que deve escrever na resposta].

A6 – É com “o” e depois é com “s” [corrige o A7 na escrita da palavra explosões]. Depois vais ao manual.

A5 – Sempre me disseram que não se ouve nada no espaço, logo explosões também não se vai ouvir.

A7 – Ok. Não é este.

A6 – Isto é o quê? São os atributos. [folheia o manual escolar].

A7 – Isso é muito para trás.

A6 – Olha 32.

(Registo áudio, grupo E, tarefa 3)

Esta transcrição evidencia que os alunos, após a leitura da questão, em grupo, partilharam ideias de forma a responder à questão. Porém, não conseguiram apresentar argumentos para justificar o que afirmaram, como indicou o aluno A6 “Não, porque... Não sei porquê, mas não. Não se ouvem as explosões”. Então, de imediato partiram para a pesquisa de informação no manual de forma a encontrarem resposta à questão, como afirmou o mesmo aluno “Depois vais ao manual”.

De uma forma geral, os alunos mencionaram durante as entrevistas que a pesquisa e a partilha de ideias foram as estratégias que usaram para superar as dificuldades.



A11 – Discutir em grupo.

A9 – Pesquisamos íamos ao livro e depois mais o conhecimento de cada um fazíamos a resposta.

(Entrevista, grupo 1)

A4 – O trabalho de grupo.

A1 – Procurar informação no livro.

A4 – O nosso conhecimento.

(Entrevista, grupo 2)

A partilha de ideias foi outra estratégia referida pelos alunos para superar as dificuldades encontradas ao longo da realização das tarefas. Segue-se mais um exemplo de registo áudio que evidencia que a partilha de ideias foi uma das principais estratégias utilizada pelos alunos ao elaborarem o registo escrito das respostas.

A6 – A pergunta é: como será que se classificam [leitura da questão]

A7 – Cordas, sopro ...

A5 – Percussão.

A6 – O piano é o quê?

A5 – O piano é cordas.

A6 – Acho que não há mais.

(Registo áudio, grupo E, tarefa 1)

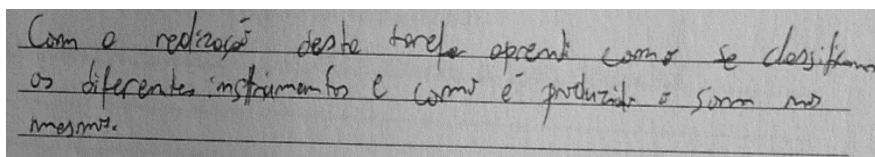
O exemplo anterior refere-se à tarefa 1, mais concretamente, os alunos estavam a agrupar os instrumentos musicais de uma lista de instrumentos que anteriormente realizaram. Como ilustra o excerto, existiu uma partilha de ideias, por parte dos alunos de forma a elaborarem a resposta à questão pretendida.

## Aprendizagens realizadas pelos alunos

Nesta parte do trabalho analisam-se os resultados obtidos com a finalidade de responder à segunda questão orientadora deste trabalho, conhecer que aprendizagens foram realizadas pelos alunos durante a elaboração das tarefas sobre a temática som. Apesar das dificuldades sentidas pelos alunos durante a realização das tarefas, eles foram efetuando aprendizagens de diversos tipos. A partir da análise dos dados recolhidos através dos documentos escritos pelos alunos, das entrevistas em grupo focado, das notas de campo da professora e dos registos áudio das aulas, emergiram três categorias: conhecimento científico, conhecimento processual e argumentação.

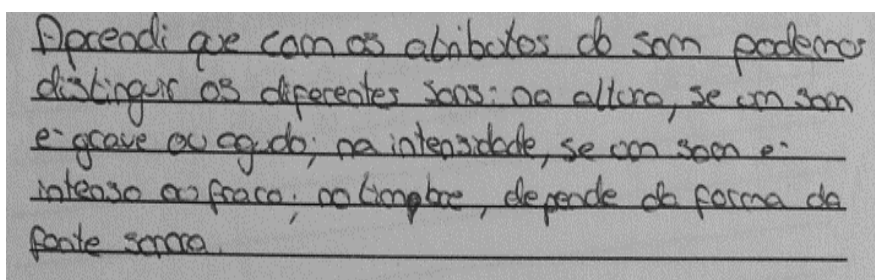
### Conhecimento científico

Os alunos associaram as aprendizagens realizadas essencialmente ao conhecimento científico, tal como se demonstra nos excertos das reflexões que se apresentam e, nos quais, os alunos responderam à questão: “O que aprendeste com a realização desta tarefa?”.



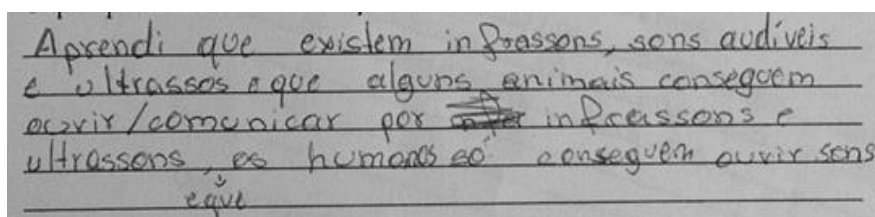
Com a realização desta tarefa aprendi como se classificam os diferentes instrumentos e como é produzido o som no organismo.

(Documento escrito, A12, tarefa 1)



Aprendi que com os atributos do som podemos distinguir os diferentes sons: na altura, se um som é grave ou agudo; na intensidade, se um som é intenso ou fraco; no timbre, depende da forma da fonte sonora.

(Documento escrito, A6, tarefa 2)



Aprendi que existem infrassons, sons audíveis e ultrassons e que alguns animais conseguem ouvir/comunicar por ~~inter~~ infrassons e ultrassons, os humanos <sup>equi</sup> não conseguem ouvir sons.

(Documento escrito, A13, tarefa 4)

Nestes exemplos foram reconhecidas como aprendizagens as que estavam relacionadas com os conceitos científicos, apesar de ter sido uma das dificuldades sentidas pelos alunos. Os excertos apresentados refletiram o que a grande maioria dos alunos da turma considera ter aprendido durante a realização das tarefas. Em todas as reflexões individuais, à exceção de duas, os alunos só fizeram referência às aprendizagens relativas ao conhecimento científico.

Embora os alunos tenham apresentado dificuldades na compreensão de alguns conceitos científicos, durante a realização das tarefas, através nomeadamente das discussões em grupo de trabalho e coletivas e síntese final, conseguiram compreender os conceitos. Desta forma, nas reflexões que apresentaram no término de cada tarefa utilizam a expressão “aprendi”. A inclusão nas suas respostas de conceitos, como por exemplo “altura”, “intensidade” e “timbre”, como sendo atributos do som, e a utilização de conceitos como “infrassons” e “ultrassons”, para se referirem às ondas sonoras captadas por certos animais, revela que apropriaram esses conceitos científicos.

Também nas entrevistas em grupo focado, os alunos quando questionados sobre as aprendizagens realizadas mencionaram apenas as relacionadas com os conceitos científicos, como se verifica nos exemplos seguintes:

P – O que aprenderam durante a realização das tarefas?

A10 – Classificação dos instrumentos musicais, espectro sonoro ...

A9 - Como é que cada um produz o seu som.

A11 – A velocidade de propagação do som.

A10 – Como pode variar com a temperatura.

A9 – Dependendo do comprimento a altura do som varia.

(Entrevista, grupo 1)

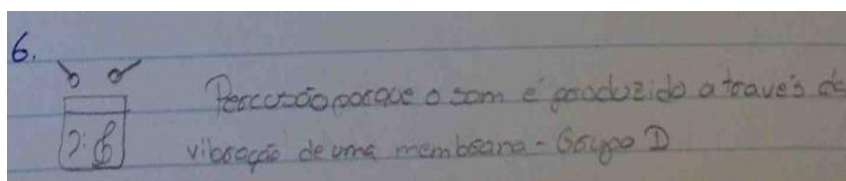
A1 – Espectro sonoro.

A4 – Atributos do som, classificação dos instrumentos, propagação do som.

(Entrevista, grupo 2)

Na transcrição apresentada foram apenas mencionadas aprendizagens relacionadas com conceitos científicos como se verificou quando os alunos referiram, por exemplo, “velocidade de propagação do som”, “espectro sonoro, “atributos de som” e “classificação de instrumentos”.

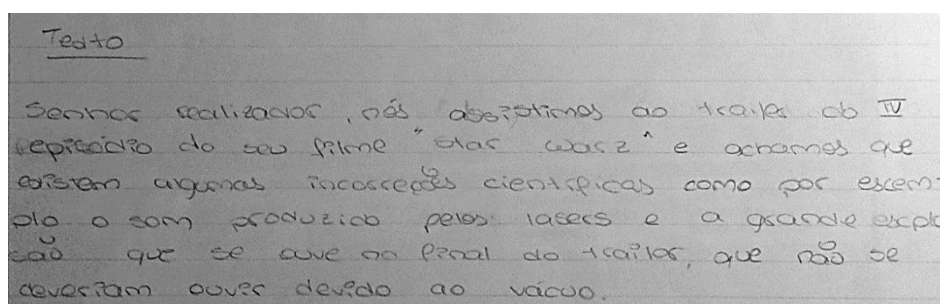
Nos documentos escritos pelos alunos foi também possível identificar algumas evidências da aprendizagem de conceitos científicos. Na questão 6 da tarefa 1, correspondente à etapa “Vão mais além...”, foi solicitado aos alunos que classificassem um instrumento musical produzido por outro grupo:



(Documento escrito, grupo F, tarefa 1)

O excerto mostra que os alunos classificaram o instrumento musical como sendo de percussão e justificaram a classificação do instrumento musical quanto à origem do som, referiram que “o som é produzido através da vibração de uma membrana”. O facto de os alunos terem conseguido classificar e justificar a classificação efetuada, evidencia que adquiriram conhecimento científico, no que diz respeito à classificação de instrumentos musicais. Neste exemplo, os alunos demonstraram dificuldades ao nível da língua portuguesa, mais concretamente ao nível da ortografia dado que escreveram “percusão” em vez de “percussão”.

Outro exemplo, na tarefa 3, questão 4, foi pedido aos alunos que, após a visualização do trailer do episódio IV do filme *Star Wars*, escrevessem um pequeno texto, para enviar ao realizador do filme, a referir e justificar algumas incorreções científicas:



(Documento escrito, grupo B, tarefa 3)

O exemplo anterior apresenta incorreções ao nível da língua portuguesa, mais concretamente falhas de pontuação e ao nível sintático, porém, os alunos mencionarem as incorreções científicas apresentadas no *trailer* e justificaram-nas. Isto é, referiram que “o som produzido pelos lasers e a grande explosão que se ouve no trailer, não se deveriam ouvir devido ao vácuo”. Os alunos quando afirmaram “o som produzido pelos lasers” estavam a referir-se aos sons produzidos pelos confrontos entre as naves. A resposta apresentada evidencia que os alunos reconheceram que o som não se propaga no vácuo, isto é, na ausência de um meio material (sólido, líquido ou gasoso). A inclusão na resposta do conceito científico vácuo para justificar a não propagação do som, revela a apropriação deste conceito por parte dos alunos.

## **Conhecimento processual**

Nesta categoria foram identificadas duas subcategorias: construção de instrumentos musicais e formulação de questões.

### **Construção de instrumentos musicais**

Durante a realização da tarefa 1 foi pedido na etapa “Vão mais além...” da tarefa, que os alunos construíssem instrumentos musicais, a partir de resíduos sólidos urbanos (RSU), para formarem a orquestra da turma. Pretendia-se que fossem construídos pelo menos, um instrumento musical de cordas, outro de sopro e um instrumento musical de percussão. Os instrumentos elaborados demonstraram que os alunos se empenharam e foram criativos, como se mostra na Figura 5.1.



**Figura 5.1** Instrumentos musicais elaborados pelos alunos a partir de resíduos sólidos urbanos.

Na figura apresentam-se alguns dos instrumentos musicais construídos, sendo possível verificar que os alunos elaboraram instrumentos pertencentes a grupos musicais diferentes. Na sua produção, os alunos inicialmente escolheram o tipo de instrumento a construir e, posteriormente, cada grupo de trabalho, projetou o seu instrumento musical. Os alunos foram responsáveis por todo o processo de execução. Como mostra a figura, e tal como se pretendia, os instrumentos musicais foram construídos a partir de RSU. Após a produção dos instrumentos, estes foram trocados entre grupos de trabalho, e cada grupo classificou um instrumento musical construído por um grupo diferente do seu. Os respetivos instrumentos construídos na tarefa 1 foram posteriormente utilizados na tarefa seguinte, sobre os atributos do som.

### Formulação de questões

Na tarefa 3, mais concretamente na questão 6 da etapa “Vão mais além” foi pedido aos alunos para formularem uma questão após a visualização do vídeo do filme *Stand By me*, do *Rob Reiner*. Nos registos áudio, referentes a esta tarefa, foi possível verificar que os alunos conseguiram formular uma questão que relacionasse um acontecimento apresentado no vídeo, com a temática abordada na tarefa, a propagação do som.

A6 – Eu acho tipo, a questão é tipo, porque é que ele ao pôr a mão na linha de ferro... [Logo após à visualização do vídeo]

A7 – Soube que vinha aí um comboio.

A6 – Escreve aí. [Dita a questão ao A5]

A6 – Como é que ele ao pôr a mão na linha férrea soube que o comboio vinha.  
[O A5 escreve a questão]

P – Já fizeram? [Lê a questão do grupo]

P – Ele sabia que o comboio vinha?

A5 – Então, ele pôs a mão e sentiu...

P – Ele pôs a mão para quê?

A6 – Para ver se ele vinha

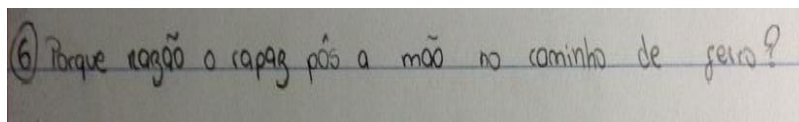
A6 – Ah!

A6 – Escreve. Porque é que ele pôs a mão na linha de ferro. [Dita a nova questão para o A5 escrever]

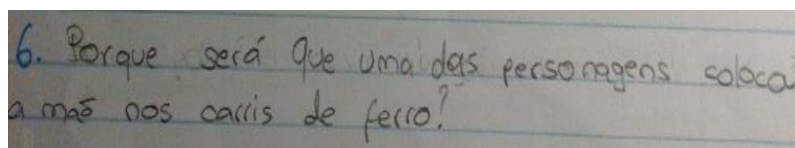
(Registo áudio, grupo E, tarefa 3)

Como está patente na transcrição anterior, os alunos rapidamente identificaram o acontecimento apresentado no vídeo relacionado com a propagação do som. Isto é, um dos atores colocou a “mão na linha de ferro”, querendo os alunos dizer no carril de caminho-de-ferro. Com a orientação da professora, através do questionamento “Ele sabia que o comboio vinha?”, “Ele pôs a mão para quê?”, os alunos pensarem sobre o acontecimento sucedido e foram incentivados a refletir sobre a clareza e pertinência da questão formulada.

Nos documentos escritos referentes a esta tarefa, tornou-se também possível verificar que os alunos conseguiram formular questões, tal como ilustram os exemplos:



(Documento escrito, grupo C, tarefa 3)



(Documento escrito, grupo A, tarefa 3)

Como está evidenciado nos documentos escritos, os alunos formularam uma questão que relacionou o acontecimento apresentado no vídeo “um dos personagens colocou a mão nos carris”, com a temática abordada na tarefa, a propagação do som.

Também na questão 2 da tarefa 4, os alunos foram solicitados a formular uma questão. Era pretendido que após a leitura e interpretação de uma notícia apresentada no início da tarefa, relacionassem a capacidade dos elefantes em detetarem infrassons com a frequência das ondas sonoras emitidas na atividade sísmica. Através dos registos áudio, é notório que a professora utilizou como estratégia o questionamento para identificar as dificuldades dos alunos, no sentido de os orientar para que chegassem ao objetivo pretendido.

P – Já leram a notícia?

A14 – Sim. Já fizemos a questão.

P – Já fizeram, mostrem lá. [Lê a questão.]

P – Então o que perceberam da notícia?

A11 – Que os elefantes detetaram o Tsunami.

P – Sabem o que é um Tsunami?

A14 – Sim uma onda gigante.

P – Aqui diz que há indícios que os elefantes detetaram os sismos. [Refere-se à notícia]. Não quer dizer que detetaram, mas que eventualmente poderiam ter detetado. Como é que os elefantes detetam os sismos? [Lê a questão formulada pelos alunos em voz alta.]

P – Têm que pensar se conseguem responder à vossa questão através do manual, caso contrário não é possível.

A11 – Então, temos de saber se eles detetaram ou não.

(Registo áudio, grupo B, tarefa 4)

Como evidência o registo áudio, a professora voltou a adotar um papel de orientadora no processo de aprendizagem dos alunos, isto é, a professora não validou a questão formulada pelos alunos, mas sim colocou questões de forma a perceber quais as dificuldades dos alunos e proporcionar que os próprios refletissem sobre a pertinência da questão formulada, para que os alunos realizassem aprendizagens de forma mais eficaz.



Através dos documentos escritos foi possível verificar que os alunos conseguiram formular uma questão que relacionou a capacidade dos elefantes em detetarem infrassons e a frequência das ondas sonoras emitidas na atividade sísmica.

A photograph of a piece of lined paper with handwritten text in dark ink. The text reads "Será que os elefantes detetam os Sismos?" and is written across two lines.

(Documento escrito, grupo F, tarefa 4)

A photograph of a piece of lined paper with handwritten text in dark ink. The text reads "=) Será que os elefantes são capazes de detetar sismos?" and is written across two lines.

(Documento escrito, grupo A, tarefa)

## Argumentação

Outra aprendizagem realizada pelos alunos correspondeu à capacidade de argumentação. Durante a realização das tarefas e, fundamentalmente, na tarefa 5 foi solicitado aos alunos que preparassem, apresentassem e defendessem argumentos, a favor de um determinado ponto de vista, através da discussão de uma questão socio científica controversa. Na tarefa 5 foi proposto aos alunos que realizassem um jogo de papéis, onde se efetuou uma discussão sobre a aprovação ou não aprovação, em reunião de Câmara, de um festival de música eletrónica a realizar-se num dos bairros tradicionais de Lisboa.

Através da transcrição dos registos áudio da discussão realizada, foi possível identificar-se elementos de análise, ou seja, os argumentos utilizados pelos alunos. Cada argumento identificado foi analisado de acordo com as seguintes categorias de análise: social, ético, económico, científico-tecnológico e ambiental. Posteriormente, fez-se a contagem do número de argumentos de cada categoria e calculou-se a percentagem em relação ao total de argumentos utilizados na tarefa 5. No Quadro 5.1, apresenta-se a frequência dos diversos tipos de argumentos utilizados na discussão realizada na tarefa 5.

**Quadro 5.1** *Frequência dos diversos tipos de argumentos utilizados na discussão realizada na tarefa 5.*

Tarefa 5		
ARGUMENTOS	Nº	%
Social	6	40
Ético	1	7
Económico	3	20
Científico – tecnológico	3	20
Ambiental	2	13
<b>TOTAL</b>	15	100

A partir do quadro apresentado foi possível verificar que os argumentos mais utilizados ao longo da discussão foram do tipo social (40%) e os argumentos do tipo ético foram os menos utilizados (7%). Quanto aos argumentos do tipo científico- tecnológicos e económico ocorreram com a mesma frequência (20%). Com uma frequência inferior a estes foram utilizados os argumentos do tipo ambiental (13%).

De seguida, revelam-se alguns exemplos dos argumentos expostos ao longo da discussão.

A10 - Os nossos trabalhadores vão utilizar todos proteções, e nós (...) estamos dispostos, a oferecer proteções auriculares aos moradores.

(Registo áudio, grupo F, tarefa 5)

A10 – Não nos podemos esquecer que junho é um mês onde há muitos turistas em Portugal e isso vai atraí-los para o nosso festival. O que vai trazer muito dinheiro à Câmara e pode melhorar o município. Pode fazer bem a todos os moradores.

(Registo áudio, grupo F, tarefa 5)

Os exemplos apresentados referem-se a argumentos expostos pelo grupo que representou a organização do festival. O primeiro excerto trata-se de um argumento social, dado que foi demonstrado pela organização a preocupação com os seus trabalhadores e moradores ao afirmarem “estamos dispostos, a oferecer proteções auriculares aos moradores”. O segundo exemplo refere-se a um argumento económico, visto que foram apresentadas as contrapartidas económicas da realização do festival.

A1 – (...) temos painéis absorventes, amortecedores em equipamentos mais ruidosos.

(Registo áudio, grupo E, tarefa 5)

A10 – Durante todo o festival vamos medir a intensidade do som de forma a não ultrapassar os 120 dB, com o sonómetro.

(Registo áudio, grupo F, tarefa 5)

Nos dois excertos anteriores citam-se argumentos do tipo científico-tecnológico apresentados respetivamente pelo grupo que representava o papel de técnico de som e o grupo que representava a organização do festival. O aluno A1 referiu a presença de materiais para diminuir a poluição sonora provocada pelos três dias de festival e o A10 mencionou um aparelho, o sonómetro para medir o nível sonoro dos concertos.

A4 – Também a poluição sonora, o que vai acontecer nesses três dias de concertos pode afetar os animais. Afeta a sua audição e a sua comunicação.

(Registo áudio, grupo A, tarefa 5)

A4 – Isso seria bom se fosse uma doação e não para mudarmos a nossa posição. Nós podemos receber a doação mas têm que assegurar, que as preocupações têm que ser não só para o ser humano mas também para os animais.

(Registo áudio, grupo A, tarefa 5)

Os excertos anteriores referem-se a argumentos utilizados pelo grupo representante de uma organização ambiental. Os respetivos exemplos mostram, respetivamente, um argumento do tipo ambiental, pois foram apresentadas algumas consequências da poluição sonora para os animais, e um argumento do tipo ético, visto que a organização referiu que poderá aceitar uma doação, mas tal doação não levará a uma mudança de posição relativamente ao festival. Os exemplos apresentados revelam que os alunos conseguiram construir argumentos para justificar a sua posição, tendo em conta a sua personagem, face à aprovação ou não do festival eletrónico.

Através do registo áudio foi possível verificar que os alunos tiveram o cuidado em preparar questões para colocar aos outros grupos: “Eu gostava de saber se vocês têm conhecimento da legislação. O que pensam discutir com a autarquia em termos burocráticos?” ou “gostava de perguntar aos técnicos de som quais são os valores de decibéis que vocês querem para o concerto?”. Ao longo da discussão, os alunos foram surpreendidos e surpreenderam os colegas, com propostas e contra propostas: “nós sabemos que um festival pode causar um maior ruído, por isso, estamos dispostos a fazer um desconto aos moradores”, a esta proposta da organização do festival para que os moradores tivessem um desconto no valor de acesso ao festival e após os moradores mostrarem o seu descontentamento pela realização do mesmo, os representantes da autarquia apresentaram uma contra proposta: “uma vez que os moradores não estão de acordo em vez de desconto porque é que não têm entrada gratuita?”

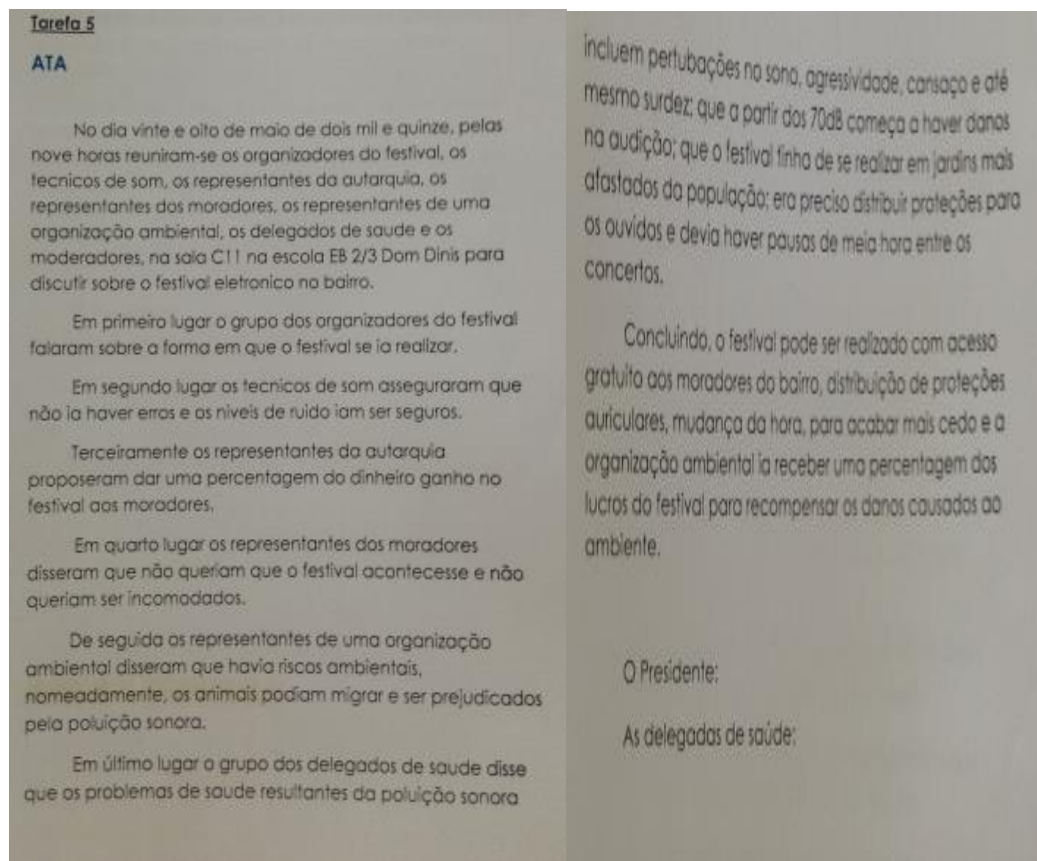
Nas notas de campo da professora relativas à tarefa 5 foi mencionado:

Os alunos conseguiram encontrar e defender argumentos, de forma a demarca a sua posição relativa à implementação do festival, de acordo com o papel atribuído a cada grupo. Ao longo da discussão, foi interessante verificar que os alunos compreendiam os argumentos utilizados por um determinado grupo e depois contra-argumentavam, tendo resultado numa discussão interessante, sem tempos mortos, em que a grande maioria dos alunos participou ativamente.

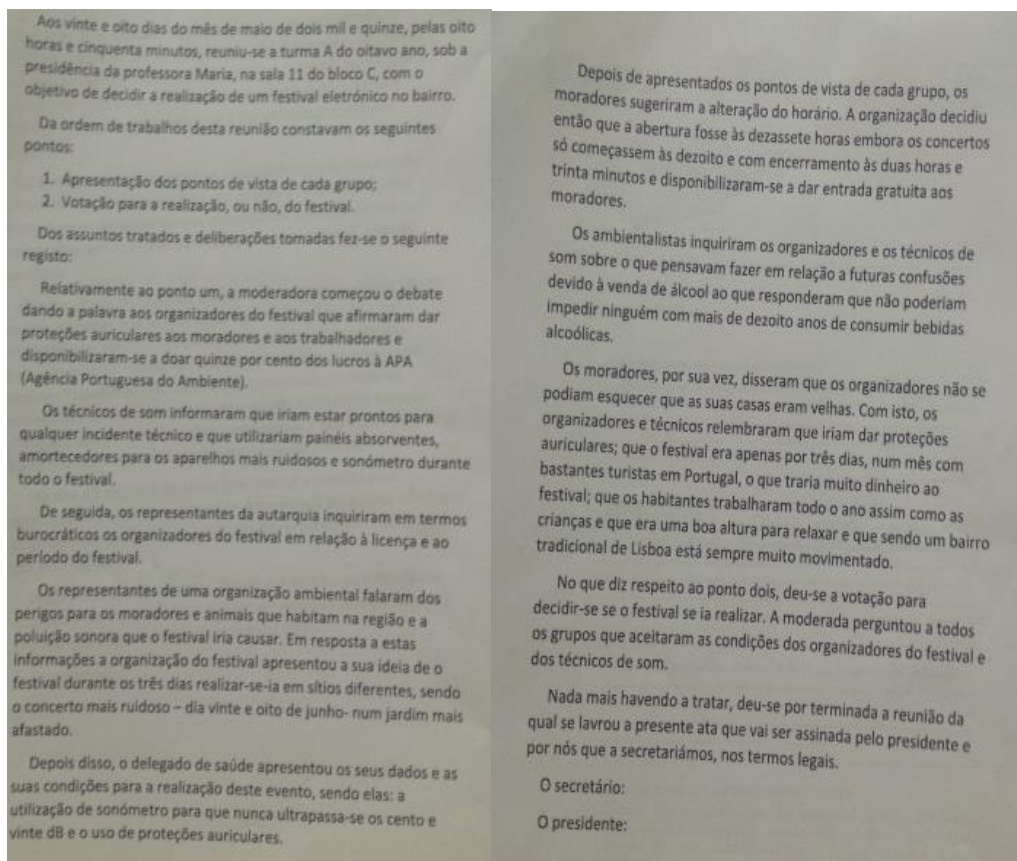
(Notas de campo, tarefa 5)

Tendo em consideração as evidências apresentadas e, como foi referido pela professora nas suas notas de campo, os alunos realizaram a aprendizagem correspondente à capacidade de argumentação.

Após a realização da discussão os alunos elaboraram a ata, como mostram os seguintes excertos:



(Documento escrito, grupo D, tarefa 5)



(Documento escrito, grupo F, tarefa 5)

Os documentos escritos apresentados, mostram que os alunos conseguiram elaborar uma ata e que foram capazes de redigir, tendo em conta as dificuldades anteriormente apresentadas, os principais argumentos expostos durante a discussão.

## **Avaliação dos alunos às tarefas propostas**

Nesta parte do trabalho, analisam-se os resultados referentes à avaliação que os alunos fizeram das tarefas que realizaram sobre a temática som. Esta análise tem como objetivo dar resposta à terceira questão orientadora deste trabalho. Após a análise dos dados recolhidos, nas entrevistas em grupo focado e nos documentos escritos, estes foram organizados numa só categoria: gosto e interesse.

### **Gosto e interesse**

Os alunos referiram, nas entrevistas, ter gostado das tarefas realizadas e mencionaram o que mais gostaram.

P – Gostaram de realizar as tarefas?

A7 – Sim.

P – O que mais gostaram e porquê?

A11 – De elaborar as respostas.

A10 – Eu gostei mais do debate.

(Entrevista, grupo 1)

P – Gostaram de realizar as tarefas?

A1 – Sim.

A3 – Sim

P – O que é que mais gostaram e porquê?

A3 - Gostei da parte de tocar os instrumentos.

P – Porquê?

A3 - Não sei, porque gosto.

A4 - Eu gostei da tarefa do espectro sonoro e daquela do comboio, da propagação do som. Gostei dessas duas. Porque como vimos os filmes e como consegui ver no livro as coisas que aconteceram, achei que é mais fácil para perceber.

A3 - Eu também gostei da última, do debate.

(Entrevista, grupo 2)

A opinião dos alunos, sobre o que mais tinham gostado nas tarefas, não foi unanime. O aluno A4, quando afirmou ter gostado da “tarefa do espectro sonoro e daquela do comboio, da propagação do som” estava a referir-se respetivamente às tarefas 4 e 3. O aluno revelou, como razão para ter gostado das respetivas tarefas, que através da visualização dos filmes e da pesquisa de informação no manual conseguiu responder às questões apresentadas nas tarefas 3 e 4 e salientou: “achei que é mais fácil para perceber”, querendo dizer que as tarefas foram facilitadoras da sua aprendizagem sobre a temática som. Também as reflexões elaboradas pelos alunos ilustram o gosto pelas tarefas:

Gostei de fazer o instrumento musical.

(Documento escrito, A6, tarefa 1)

Não gostei menos de nada e gostei mais de tocar no instrumento porque foi divertido

(Documento escrito, A13, tarefa 2)

Gostei de ver os vídeos pois ajudou a completar  
as atividades

(Documento escrito, A7, tarefa 3)

Quando se questionaram os alunos sobre qual a tarefa mais motivante e interessante, a maioria dos alunos indicou a tarefa de *role play*, mais concretamente a discussão realizada.

A10 - A última.

A11 - A última.

A10 - Foi construir o debate e fazer o debate.

A6 - Foi a discussão.

A11 - Sim, discussão.

(Entrevista, grupo 1)

A3 - Foi a do debate.

A1 - Foi a discussão.

A4 - A discussão.

P - E porquê?

A3 - É diferente.

A1 - É uma coisa diferente.

A4 - Mostramos as nossas opiniões dependendo do que estamos a representar.

(Entrevista, grupo 2)

Os alunos consideraram a discussão realizada na tarefa 5, como sendo o mais interessante e justificaram, utilizando as expressões: “É diferente” ou “É uma coisa diferente”, tais afirmações são reveladoras que os alunos não estavam familiarizados com este tipo de tarefa, e que estavam motivados para a aprendizagem.

Nas reflexões realizadas pelos alunos, no final de cada tarefa, foi referido o gosto pela discussão realizada na tarefa 5, como sendo o que mais gostaram de fazer, o que confirma o que disseram nas entrevistas:



4- O que mais gostaste e o que menos gostaste? Porquê?

Do debate porque o nosso grupo é sempre  
muito atarefado e é giro argumentar para levarmos  
a nossa ideia a ser realizada.

(Documento escrito, A9, tarefa 5)

O que mais gostaste e o que menos gostaste? Porquê?

O que mais gostei foi ter sido  
terceira de som, e a parte da  
discussão.

(Documento escrito, A6, tarefa 5)

O aluno A9 quando mencionou debate estava a referir-se à discussão. Foi interessante verificar que o aluno justificou o seu gosto pela discussão, apresentando como motivo a capacidade de argumentação, sendo esta uma das aprendizagens realizadas pelos alunos ao longo da realização das tarefas sobre o som.

Os alunos, quando questionados sobre o que menos gostaram das tarefas, responderam:

A11 – De elaborar as respostas.

(Entrevista, grupo 1)

A3 – De algumas questões.

P – Digam lá quais?

A3 – Agora nesta [tarefa 5] não havia aquela coisa dos corpúsculos. Não é Mas...por exemplo... havia um. As explicações. Havia algumas que eram um bocado mais difíceis de explicar.

A4 – Eu não gostei muito de fazer a ata.

A3 – Atas não. Português não.

(Entrevista, grupo 2)

Embora a maioria dos alunos, durante as entrevistas, não referiu o que menos gostou nas tarefas, os alunos que responderam à questão mencionaram a elaboração das respostas escritas e a elaboração da ata, como sendo o que menos gostaram nas tarefas. Foi interessante verificar que, os alunos para responder a esta questão referiram algumas das

dificuldades que apresentaram ao longo da realização das tarefas, como a comunicação e o conhecimento científico.

Quando os alunos foram questionados sobre se eram da opinião que as tarefas realizadas contribuíram para a aprendizagem do tema som, referiram:

A1 - Sim. Porque é mais fácil estar a trabalhar em grupo e nas tarefas do que estar a professora a falar, falar, falar e nós a olhar só para o livro.

A3 - É como se tivéssemos a ter uma experiência com o som.

A4 - Nós aprendemos como se fossem exercícios, como se tivéssemos no teste e não teórico

(Entrevista, grupo 2)

A9 - Sim. Ao fazermos em grupos aprendemos em conjunto, melhor e não são aquelas aulas secantes.

(Entrevista, grupo 1)

Os alunos mencionaram que as tarefas contribuíram para a aprendizagem do tema som, apontando o trabalho de grupo como a principal razão. Ao afirmarem “é mais fácil estar a trabalhar em grupo e nas tarefas do que estar a professora a falar, falar, falar e nós a olhar só para o livro”, salientaram a diferença de uma aula mais tradicional, mais expositiva e mais centrada no professor, de outra aula mais centrada nos alunos, onde estes têm um papel mais ativo na construção do conhecimento. As expressões “É como se tivéssemos a ter uma experiência com o som” ou “Nós aprendemos como se fossem exercícios” revelam que as estratégias de ensino utilizadas proporcionaram, nos alunos, uma atitude mais interventiva na sala de aula. A afirmação “Ao fazermos em grupos aprendemos em conjunto, melhor e não são aquelas aulas secantes” é reveladora de que os alunos consideraram que através do trabalho de grupo as aulas foram mais vantajosas pois foram facilitadoras da sua aprendizagem e foram aulas interessantes.

Como se pode constatar, os alunos gostaram de realizar as tarefas propostas, tendo tido especial gosto e interesse pela tarefa 5, que proporcionou uma discussão coletiva mais participativa, considerando que a sua aprendizagem, sobre o tema som, foi mais significativa desta forma.

# CAPÍTULO 6

---

## DISCUSSÃO, CONCLUSÃO E REFLEXÃO FINAL

Este trabalho teve como finalidade conhecer de que forma a abordagem da temática som, recorrendo a tarefas de investigação e *role play*, fomenta a aprendizagem dos alunos. Com as questões orientadoras do trabalho pretendeu-se identificar as dificuldades sentidas pelos alunos e as estratégias utilizadas na realização das tarefas, as aprendizagens por eles realizadas e a avaliação que fizeram das tarefas.

De modo a atingir esta finalidade, recorreu-se a uma investigação qualitativa. A recolha de dados efetuou-se através de documentos escritos, notas de campo da professora, registos áudio das aulas e entrevistas em grupo focado. Após a análise dos dados recolhidos, emergiram várias categorias e subcategorias de análise que facilitaram a organização dos dados e permitiram dar resposta às questões orientadoras. O presente capítulo está organizado em três partes: a discussão dos resultados obtidos, a conclusão e a reflexão final.

### Discussão dos Resultados

Com a primeira questão deste trabalho pretendeu-se identificar as dificuldades sentidas e as estratégias utilizadas pelos alunos na realização das tarefas. Os resultados obtidos evidenciaram dificuldades ao nível das competências de conhecimento, comunicação e atitudes, mas os alunos também criaram estratégias que lhes permitiram realizar as aprendizagens e desenvolver as suas competências.

Os resultados mostraram, no que se refere às competências de conhecimento, que os alunos revelaram dificuldades no domínio do conhecimento científico e processual. Relativamente ao conhecimento científico, os alunos sentiram dificuldades na compreensão e aquisição de conceitos científicos relacionados com a classificação de instrumentos musicais, a altura do som, a propagação do som e o espectro sonoro.

Aprender ciência é também aprender uma linguagem nova com muitos conceitos que têm significados, muitas vezes, diferentes do habitual (Wellington & Osborne, 2001). Segundo Lopes (2004) “os conceitos científicos encontram-se numa “trama” conceptual de que fazem parte os conceitos, os princípios, as leis e as teorias científicas” (p. 50). Assim, os alunos necessitam de “adquirir conhecimento científico apropriado, de modo a interpretar leis e modelos científicos” (Galvão et al., 2001, p.6). Segundo Pereira, Ferreira e Figueiredo (2007, citado por Santos, 2014), esta dificuldade “é mais evidente e percecionada pelos alunos nos momentos que contactam, pela primeira vez, com algo que é novidade” (p. 93).

A dificuldade ao nível do conhecimento processual foi revelada pelos alunos, nomeadamente na realização de um plano de ação e na elaboração de conclusões. A dificuldade na realização de um plano de ação foi evidente neste trabalho, a maioria dos grupos não conseguiu apresentar por escrito um plano claro e estruturado. Este resultado está em sintonia com um estudo realizado por Ribeiro (2014) que envolve a implementação de tarefas de investigação. Segundo esta autora, “os alunos não estavam familiarizados com esta forma de trabalhar, o que explica a dificuldade por eles manifestada” (p.119). A dificuldade em retirar conclusões foi pouco referida pelos alunos nas reflexões e na entrevista. Contudo, as suas produções escritas demonstram dificuldades na interpretação das suas observações. Num estudo realizado por Krajcik et al. (1998), esta dificuldade é justificada com o facto de os alunos concederem mais atenção aos aspetos processuais do que aos conteúdos científicos envolvidos nas tarefas de investigação e, consequentemente, sentirem dificuldades em retirar conclusões a partir da análise e interpretação das observações. Esta dificuldade é também identificada num estudo realizado por Baptista, Freire e Freire (2013), o qual refere que a dificuldade em retirar conclusões “resulta dos alunos apresentarem competências científicas ainda pouco desenvolvidas” (p.148).

Outra das dificuldades sentidas pelos alunos foi ao nível das competências de comunicação. Os alunos evidenciaram dificuldade no que se refere à comunicação escrita, envolvendo quer a componente de língua portuguesa, quer a da linguagem científica, mas também apresentaram dificuldades relativamente à comunicação oral, mais concretamente, à utilização de linguagem científica. O mesmo é referido no estudo realizado por Cunha (2009), salientando que alguns alunos apresentaram dificuldade “em

expressar as suas ideias” (p. 87) e que muitas das respostas escritas não estão de acordo com o raciocínio apresentado oralmente.

Relativamente às atitudes, os alunos, embora tenham referido ter gostado de trabalhar em grupo, nas primeiras tarefas, sentiram algumas dificuldades. Essas dificuldades manifestadas estão relacionadas principalmente com a organização e a respetiva interação dos elementos do grupo. Estas são também algumas das razões apontadas por Ribeiro (2014). Segundo Boavida e Ponte (2002), no trabalho colaborativo para além da aprendizagem sobre um “problema em questão” existe “uma autoaprendizagem e uma aprendizagem acerca das relações humanas” (p.8).

Da primeira para a última tarefa, o ritmo de trabalho em sala de aula e a prontidão com que os alunos recorriam a estratégias para resolver os problemas com que se deparavam foi aumentando. A pesquisa de informação e a partilha de ideias foram as principais estratégias utilizadas pelos alunos para suprimir as dificuldades. A pesquisa de informação foi realizada pelos alunos, não só quando lhes foi solicitado, mas também por iniciativa dos próprios alunos, para superar algumas das dificuldades, de uma forma mais autónoma. Através da partilha de ideias com os colegas, os resultados mostram que os alunos ultrapassaram algumas das dificuldades sentidas, na realização das tarefas. Estas evidências estão em sintonia com o que é preconizado nas orientações curriculares, nomeadamente a mobilização de competências relativas à realização de pesquisa, à interpretação e seleção de informação, e à exposição de ideias (Galvão et al., 2001).

Com a segunda questão orientadora deste trabalho, pretendeu-se conhecer as aprendizagens realizadas pelos alunos durante o desenvolvimento das tarefas. Da análise dos dados recolhidos pode-se verificar que os alunos realizaram aprendizagens nos domínios do conhecimento científico, do conhecimento processual e da comunicação, recomendados nas orientações curriculares (Galvão et al., 2001). Os alunos adquiriram conhecimento científico relacionado com a classificação de instrumentos musicais, a altura do som, a propagação do som e o espetro sonoro. Este resultado é corroborado num estudo realizado por Wilder e Shuttleworth (2005), onde os alunos aplicaram corretamente os conceitos adquiridos, demonstrando a aquisição dos conteúdos relacionados com o tema da tarefa. Os alunos, através da realização das tarefas, aprenderam a construir instrumentos musicais e a formular questões. Relativamente à formulação de questões, este resultado está em sintonia com os estudos de Cunha (2009)

e Matoso (2011), nos quais a formulação de questões é apresentada como uma dificuldade inicial e que evolui para uma aprendizagem. Durante a realização das tarefas e, essencialmente, na tarefa de *role play*, os alunos desenvolveram as “capacidades de exposição de ideias, defesa e argumentação” (Galvão et al., 2001, p.7). Saber discutir ciência estimula o interesse pelos assuntos e proporciona uma estruturação do “próprio diálogo interno e possibilitam continuar a agir de forma científica” (Canavarro, 1999, p.110).

A última questão orientadora do trabalho está relacionada com a avaliação que os alunos fizeram às tarefas propostas. Os resultados evidenciam que os alunos gostaram de realizar todas as tarefas, pois estas foram facilitadoras da sua aprendizagem sobre a temática som. Os resultados também demonstram que os alunos apresentaram especial gosto e interesse pela tarefa de *role play*, que proporcionou uma discussão coletiva mais participativa, proporcionando uma aprendizagem, sobre o tema som, mais significativa. Estes resultados estão de acordo com um estudo realizado por Baptista, Freire e Freire (2012).

## Conclusão

Os resultados obtidos com este trabalho, evidenciam que a abordagem da temática Som, através de tarefas de investigação e *role play*, permitiram aos alunos pesquisar e sintetizar informação, formular questões, construir instrumentos musicais, elaborar respostas escritas, delinear um plano de ação, retirar conclusões, partilhar ideias, discutir em grupo e em turma. Os alunos, devido ao facto de estarem pouco familiarizados com este tipo de tarefas, depararam-se com algumas dificuldades em diversos domínios, como por exemplo, conhecimento científico, conhecimento processual, comunicação e atitudes. A pesquisa de informação e a partilha de ideias foram as principais estratégias utilizadas pelos alunos, para ultrapassar as dificuldades sentidas e realizar aprendizagens, principalmente ao nível do conhecimento científico, do conhecimento processual e da comunicação. Tais competências são consideradas fundamentais na promoção da literacia científica e, como tal, têm que ser valorizadas e desenvolvidas para tornar os alunos mais preparados não só socialmente, com também profissionalmente (Galvão et al.,2001).

As tarefas de investigação e *role play* realizadas vão ao encontro do que é preconizado nas orientações curriculares, dado que proporcionaram aos alunos “um conjunto de experiências educativas que visam o desenvolvimento de competências em diferentes domínios”. Sendo que o desenvolvimento das competências ocorre em conjunto e não de forma isolada ao longo do desenvolvimento das tarefas (Galvão et al., 2001, p.6).

Na perspetiva dos alunos, a realização das tarefas de investigação e *role play* resultou numa estratégia facilitadora para a aprendizagem da temática som, os alunos referiram “é mais fácil estar a trabalhar em grupo e nas tarefas do que estar a professora a falar, falar, falar e nós a olhar só para o livro” ou “é como se tivéssemos a ter uma experiência sobre o som”. Os alunos reconheceram que ao realizarem este tipo de tarefas, apresentaram um papel mais ativo em sala de aula e as suas aprendizagens foram mais significativas. Na avaliação que efetuaram das tarefas, os alunos demonstraram ter gostado de realizar as tarefas e revelaram especial gosto e interesse pela tarefa de *role play*, mais concretamente pela discussão coletiva, sobre a qual referiram “mostramos as nossas opiniões dependendo do que estamos a representar” e classificaram-na como sendo “diferente”. Assim, as tarefas de investigação e *role play* foram estratégias que envolveram os alunos e fomentaram a aprendizagem sobre o tema Som.

## **Reflexão final**

Ao longo deste mestrado, os temas desenvolvidos nas diferentes unidades curriculares e, essencialmente, a realização da intervenção com o desenvolvimento da proposta didática e a elaboração deste relatório, revelaram-se etapas desafiantes e trabalhosas, que me proporcionaram não só diversas aprendizagens, mas também me fizeram sentir algumas dificuldades. A conceção e desenvolvimento de tarefas de investigação e *role play* sobre a temática som resultaram num grande desafio e, consequentemente, representaram algumas das dificuldades que senti neste percurso de profissionalização, isto porque, à semelhança dos alunos, eu também não estava familiarizada com estas estratégias de ensino. Outra dificuldade que senti relaciona-se com a segmentação das tarefas, que se prolongaram por mais do que uma aula. Os alunos, de uma semana para a outra, apresentavam alguma dificuldade em lembrar o que tinham feito, sentindo mais dificuldade em realizar a tarefa. No sentido de colmatar esta situação,

nestas aulas, existia um momento inicial, de partilha, em turma, do trabalho já desenvolvido.

Para fazer face às dificuldades que senti também, tal como os alunos, recorri a várias estratégias. Comecei por refletir sobre o que correu mal e o que podia melhorar, mas o processo reflexivo não terminou aqui. De facto, foi essencial o olhar das professoras orientadoras que me ajudaram a interpretar as situações e a dar-lhe uma resposta e o olhar dos meus alunos através das evidências que recolhi durante a intervenção. À medida que as tarefas decorreram senti-me mais confiante e mais familiarizada com este modo de trabalhar na sala de aula. Faço um balanço bastante positivo desta experiência, em termos do meu desenvolvimento pessoal e profissional. Mas o que é que eu aprendi?

Aprendi sobre questões relacionadas com as tarefas. A conceção e desenvolvimento das tarefas proporcionou-me o desenvolvimento de competências fundamentais enquanto professora e trouxe-me uma grande satisfação ao verificar que os alunos desenvolveram estratégias para superar algumas das dificuldades sentidas e, consequentemente, realizaram diversas aprendizagens durante o desenvolvimento das tarefas. Com as competências que penso ter desenvolvido, durante este mestrado, sinto-me preparada para conceber, planificar, desenvolver e avaliar estratégias educativas mais centradas no aluno, como as tarefas de investigação e *role play* que promovem o trabalho colaborativo. Proporcionando aos alunos, através da pesquisa e seleção de informação, entre outros, identificar problemas, formular questões, planejar investigações e analisar, discutir e comunicar resultados.

Aprendi sobre o papel do professor na sala de aula. O meu papel enquanto professora não se pode resumir à transmissão de conhecimento. Devo criar um ambiente favorável à aprendizagem e desenvolver estratégias didáticas diferenciadas em sala de aula, trabalhar temas que tenham interesse para os alunos e que estejam relacionados com o seu dia a dia. Os alunos devem aprender fora da aula e esse mundo exterior deve entrar na aula. Assim, é fundamental possuir não só conhecimento científico, mas ser criativa e ser persistente no sentido de motivar os alunos e incutir-lhes o gosto na procura do conhecimento.

Aprendi a questionar e a investigar a própria prática e, assim, procurar respostas para os problemas com que um professor se depara na sua prática. Reconheço que é



importante recolher, de uma forma sistemática e intencional, evidências dos alunos para poder melhorar a prática e poder criar oportunidades de aprendizagem. Em diversos momentos do desenvolvimento da proposta didática, refleti sobre o trabalho realizado, de forma a melhorar processos e produto final. Juntamente, adquiri um conjunto de aprendizagens ao nível da metodologia de investigação, não só devido à elaboração deste relatório, mas também através da elaboração de um plano de cariz investigativo e outros trabalhos que realizei, principalmente, nas unidades curriculares de iniciação à prática profissional. Futuramente, caso pretenda, sinto que desenvolvi competências que me permitirão investigar, de forma a procurar respostas a algumas questões que possam surgir da minha prática enquanto professora.

Durante a realização deste mestrado, julgo ter adquirido um conhecimento mais fundamentado do que é ser professor e quais as suas exigências nos dias de hoje. Tal conhecimento resultou não só da pesquisa que realizei, mas também graças aos momentos de partilha e discussão com colegas dos vários cursos de mestrado em ensino e professores que me ajudaram a relacionar a teoria com a prática. Esta minha formação inicial, na minha opinião, proporcionou-me desenvolver competências, que me permitirão estar à altura de novos desafios e me ajudarão a evoluir nas diferentes funções que tenho que desempenhar enquanto professora.



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Afonso, N. (2005). *Investigação naturalista em educação: um guia prático e crítico*. Lisboa: Edições ASA.
- Alves, F. (2002). A triangulação enquanto técnica de validação qualitativa. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, A(36), 77-87.
- Aikenhead, G. (1994). What is STS Science Teaching. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS Education International perspectives on reform*. New York, NY: Teachers College Press.
- Aikenhead, G. (1994a). Consequences of learning science through STS: A research perspective. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education- International perspectives on reform* (pp. 11-20). New York, NY: Teachers College Press.
- Aikenhead, G. S. (2009) *Educação científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo, Lda.
- Baptista, M. (2010). *Conceção e implementação de atividades de investigação - Um estudo com professores de física e química do ensino básico*. Tese de doutoramento. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Baptista, M., Freire, S., & Freire, A, M. (2013). *Tarefas de investigação em aulas de Física: Um estudo com alunos do 8. ano*. Caderno Pedagógico, 10(1), 137-151.
- Baptista, M., Freire, S., & Freire, A, M. (2012). Ensinando Astronomia nas aulas de Física: A Investigação como motor de mudança no professor. In V. Tiburcio, & A.P. Bossler (Org.), *Boas práticas docentes: Histórias de sucesso e superação de dificuldades* (pp.51-77). Curitiba/PR: Honoris Causa (ISBN:978-85-60938-76-4).
- Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Coimbra: Edições 70, Lda.

- Boavida, A. M., & Ponte, J. P. (2002). Investigação Colaborativa: Potencialidades e problemas. In GTI (Ed.), *Reflectir e Investigar sobre a Prática Profissional* (pp. 43-55). Lisboa: APM.
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bolzan, R. (2003). *O aprendizado na internet utilizando Estratégias de Roleplaying Game (RPG)*. Tese de doutoramento. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Recuperado em 2016, março 20, de <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84979/193599.pdf?sequence=1>
- Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. Colorado, CO: Springs.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Canavarro, M. J. (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Costa, J. (1999). O papel da escola na sociedade atual: implicações no ensino das ciências. *Revista do Instituto Superior Politécnico de Viseu*, 15, 56-62.
- Cunha, M. J. (2009). *Atividades de investigação no ensino da Química. Um estudo com alunos do 8.º ano de escolaridade*. Tese de mestrado não publicada, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy. Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Decreto-Lei n.º 6/01, de 18 de Janeiro, D. R. I Série.
- Deus, J. D., Pimenta, M., Noronha, A., Penã, T., & Brogueira, P. (2000). *Introdução à Física* (2ª Edição). Lisboa: McGraw-Hill.

- Dillon, J. (1994). *Using discussion in classrooms*. Buckingham: Open University Press.
- Ducrot, R., Jacobi, P., Barban, V., Clavel, L., Carmargo, M., Carvalho, Y., Franca, T., Sendacz, S., & Gunther, W. (2008). Elaboração multidisciplinar e participativa de jogos de papéis. *Ambiente & Sociedade*, XI (2), 355-372.
- Fiolhais, C., Constantino, A., Portela, C., Braguez, F., Ventura, G., Nogueira, R., & Rodrigues, S. (2013). *Metas curriculares do 3º ciclo do Ensino Básico - Ciências Físico-Químicas*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Fontes, A., & da Silva, I. R. (2004). *Uma nova forma de aprender ciência: a educação em ciência/tecnologia/sociedade (CTS)*. Porto: Asa Editores.
- Galvão, C. (2004). Ciência para todos. Um currículo por competências em Portugal. In DEB (Ed.), *Flexibilidade curricular. Cidadania e comunicação* (pp.333-339). Lisboa: Comissão das Comunidades Europeias.
- Galvão, C., & Freire, A. (2004). A perspetiva CTS no currículo das ciências Físicas e Naturais em Portugal. In I. Martins, F. Paixão & R. Vieira (Org.), *Perspetivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Faria, C. (2011). *Ensinar Ciências, Aprender Ciências – O contributo do projeto internacional PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora.
- Galvão, C., Faria, C., Gonçalves, C., & Baptista, M., (2016). *Atividades Investigativas e avaliação das aprendizagens: o contributo do projeto internacional SAILS*. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Galvão, C., Neves, A., Freire, A., Lopes, A., Santos, M., Vilela, M., . . . Pereira, M. (2001). *Ciências Físicas e Naturais - Orientações Curriculares Ensino Básico 3º Ciclo*. Lisboa: Ministério da Educação.

- Gerthsen, C., Kneser, Vogel, H. (1998). *Física* (2ª Edição). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Halliday, D., & Resnick, R. (1991). *Fundamentos de Física 2, Gravitação Ondas e Termo-Dinâmica*. Rio de Janeiro: LTC Editora SA.
- Halliday, D., Resnick, R. & Krane, K. S. (1996). *Física 2*. (4ª Edição). Rio de Janeiro: LTC Editora SA.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Índias, M. A. (1994). *Curso de Física II*. Lisboa: McGrawHill
- Jarvis, L., Odell, K., & Troiano, M. (2002). *Role Playing as a Teaching Strategy*. Retirado <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.550.2518&rep=rep1&type=pdf>, a 20 de janeiro de 2016.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). *Argumentation in Science Education*. New York, NY: Springer.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P.C., Marx, R. W., Bass, K. M., & Fredricks, J. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: initial attempts by middle school students. *The Journal of the learning Sciences*, 7(3&4), 313-350.
- Ladousse, G. (1987). *Role play*. Hong Kong: Oxford University Press.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no Ensino das Ciências. In ME (Eds.), *Cadernos didáticos de ciências, I*. Lisboa: Ministério da Educação (DES).
- Lopes, J. B. (2004). *Aprender e Ensinar Física*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Lüdke, M., & André, M. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.

- Luís, A. (2013). *Tarefas de investigação no ensino da tabela periódica*. Relatório da prática de ensino supervisionada. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Maciel, M., & Duarte, A. (2014). *À Descoberta do Planeta Azul/Som e Luz 8º Ano*. Porto: Porto Editora.
- Magalhães, S., & Vieira, C. (2006). Educação em ciências para uma articulação ciência, tecnologia, sociedade e pensamento crítico. Um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 19(2), 85-110.
- Martins, M. I. (2002). Problemas e perspectivas sobre integração CTS no sistema educativo Português. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 1-13.
- Martins, M. I. (2003). *Literacia científica e contributos do ensino formal para a compreensão pública da ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Matoso, C. M. (2011). *Aprender Química através de tarefas de investigação. Um estudo com alunos do 8.º ano de escolaridade*. Tese de mestrado não publicada. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Membiela, P. (2002). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las Ciencias. In P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia Tecnología-Sociedade: Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.
- Ments, M. (1999). *The Effective Use of Role Play: practical Techniques for Improving Learning*. London: Kogan Page.
- Monk, M., & Dillon, J. (1995). *Learning to teach science: Activities for student teachers and mentors*. Washington, D. C.: Routledge Flamer.
- National Research Council – NRC (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Neves, J. L. (1996). Pesquisa qualitativa – Características, usos e possibilidades. *Caderno de pesquisas em administração*, 1( 3), 1-5.

- Oliveira, H., Ponte, J. P., Santos, L., & Brunheira, L. (1999). Os professores e as atividades de investigação. In P. Abrantes, J. P. Ponte, H. Fonseca, & L. Brunheira, *Investigações matemáticas na aula e no currículo* (pp. 97-110). Lisboa: FCUL e APM.
- Oliveira, R., & Zuin, A. (2009). *O uso do role playing game como estratégia de avaliação da aprendizagem no ensino da química*. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em ciências. Retirado de <http://www.academia.edu/1381645/>, a 14 de janeiro de 2016.
- Osborn, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. Kings`s College London: The Nuffield Foundation.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. London: Sage Publications.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Pinto, J. & Santos, L. (2006). *Modelos de avaliação das aprendizagens*. Lisboa: Universidade Aberta
- Ponte, J. P., Oliveira, H., Brunheira, L., Varandas, J. M., & Ferreira, C. (1998). *O trabalho do professor numa aula de investigação matemática*, 7(2), 41-70.
- Reis, P. (2006). *Ciência e Educação: Que relação*. *Interacções*, 3, 160-187.
- Resnick, R. & Halliday, D. (1983). *Fundamentos de Física 2*. Rio de Janeiro: LTC Editora SA.
- Ribeiro, S. (2014). *Contributo de uma abordagem CTSA para a aprendizagem do tema “Atmosfera da Terra”*. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Roldão, M.C. (2009). *Estratégias de Ensino – o saber e o agir do professor*. Porto: Fundação Manuel Leão



- Roldão, M. d. (2010). *Estratégias de ensino. O saber e o agir do professor* (2ª ed.). Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão.
- Santos, L. (2002). *Auto-avaliação regulada: porquê, o quê e como?* Lisboa: Departamento do ensino Básico.
- Santos, J. T. (2014). *Tarefas de investigação com recurso a uma história juvenil para a aprendizagem da temática materiais*. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Silva, I. R., & Fontes, A. M. (2004). *Uma nova forma de aprender ciências: a educação em ciência/tecnologia/sociedade (CTS)*. Porto: Edições ASA.
- Silva, P. M. (1980). *Os Efeitos do Ruído no Homem*. Lisboa: Comissão Nacional do Ambiente.
- Solomon, J. (1994). Conflict between mainstream science and STS in science education. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*. New York, NY: Teachers College Press.
- Stringer, E.T. (2007). *Action research*. California: Sage Publication.
- Tipler, P.A. (1995). *Física para Cientistas e Engenheiros* (3ª Edição). Vol.2. Rio de Janeiro: LTC Editora SA.
- Tuckman, B. (2005). *Manual de investigação em educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian (Trabalho original publicado em inglês em 1994).
- Wellington, J. (2000). *Teaching and learning secondary science: Contemporary issues and practical approaches*. London and New York: Routledge.
- Wellington, J. (2003). *Secondary science: contemporary issues and practical approaches*. London: Routledge.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.
- Wilder, M., & Shuttleworth, P. (2005). Cell inquiry: A 5E learning cycle lesson. *Science Activities*, 41(4), 37-43.

Woolnough, B. (1998). Authentic science in schools, to develop personal knowledge. In J. Wellington, *Practical work in school science: which way now?* (pp.109-125). London and New York: Routledge.

Woolnough, B. (2000). Appropriate practical work for school science: Making it practical and making it science. In J. Minstrell, & E. van Zee, (Eds.), *Inquiry into inquiry learning and teaching in science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.

# APÊNDICES

---



# **APÊNDICE A**

---

## **PLANIFICAÇÃO DAS AULAS**



Planificação de Aula de Ciências Físico-Química do 8ºAno do 3º Ciclo do Ensino Básico							
Aula 1  Data: 16/04/15	Duração: 45 minutos	3º Período				Ano Letivo: 2014/2015	
Domínio: SOM  Subdomínio: Produção e propagação do som				Sumário: Realização de uma tarefa sobre fontes sonoras e instrumentos musicais.			
Conteúdos	Competências				Descrição Metodológica	Instrumentos de avaliação	Recursos
- Origem dos sons;  - Fontes sonoras e Instrumentos musicais.	Conhecimento	Raciocínio	Comunicação	Atitudes	<u>Aula 1</u>	- Instrumento de avaliação da tarefa 1	- Tarefa 1;  - Manual escolar;
	- Identificar fontes sonoras em instrumentos musicais;  - Classificar os diferentes instrumentos musicais com base no modo como o som é produzido;	- Interpretar a informação presente no texto;  .	- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito;  - Usar uma linguagem científica	- Respeitar os colegas e a professora;  - Aceitar as decisões do grupo;  - Colaborar com os colegas de forma	<u>1º momento (10 minutos)</u>  <i>Apresentação da Tarefa</i>  - Sumário;  - Organização dos grupos de trabalho;  - Breve introdução da tarefa a realizar.	(respostas escritas);  - Instrumento de avaliação do trabalho de grupo (participação na elaboração do trabalho).	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar pesquisa bibliográfica no manual escolar;</li> <li>- Adquirir conhecimento científico;</li> <li>- Construir instrumentos musicais;</li> <li>- Concluir que o som é produzido por vibrações de um material (fonte sonora);</li> <li>- Conhecer a influência da sociedade na ciência e vice-versa.</li> </ul>		contextualizada.	empenhada e tolerante;  - Gerir o tempo;	<b><u>2º momento (35 minutos)</u></b>  <i>Realização da tarefa</i>  - Previsão de uma resposta à questão colocada pela banda desenhada;  - Elaboração de uma lista com instrumentos musicais;  - Pesquisa no manual escolar e apresentação da informação sob a forma de esquema;  - Explicação de como se produz o som em cada um dos grupos formados.  - Escolha do grupo pertencente ao instrumento musical a construir por cada grupo de trabalho.		
--	---	--	------------------	--	---	--	--



Planificação de Aula de Ciências Físico-Química do 8ºAno do 3º Ciclo do Ensino Básico							
Aula 2  Data: 21/04/15		Duração: 45 minutos	3º Período			Ano Letivo: 2014/2015	
Domínio: SOM  Subdomínio: Produção e propagação do som				Sumário: Conclusão da tarefa sobre fontes sonoras e instrumentos musicais.			
Conteúdos	Competências				Descrição Metodológica	Instrumentos de avaliação	Recursos
- Origem dos sons;  - Fontes sonoras e Instrumentos musicais.	Conhecimento	Raciocínio	Comunicação	Atitudes	<u>Aula 2</u>	- Instrumento de avaliação da tarefa 1 (respostas escritas);  - Instrumento de avaliação do trabalho de grupo (participação na elaboração do trabalho).	- Tarefa 1;  - Manual escolar;  - Instrumentos musicais construídos pelos alunos;
	- Identificar fontes sonoras em instrumentos musicais;  - Classificar os diferentes instrumentos musicais com base no modo como o som é produzido;  - Concluir que o som é produzido por vibrações	- Interpretar a informação presente no texto;	- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito;  - Utilizar corretamente a língua portuguesa na	- Respeitar os colegas e a professora;  - Aceitar as decisões do grupo;  - Colaborar com os colegas de forma	<u>1º momento</u> (5 minutos)  - Registo do sumário;  - Resumo da aula anterior.  <u>2º momento</u> (15 minutos) <i>Continuação da Realização da tarefa</i>  - Análise e classificação de um instrumento musical		

	<p>de um material (fonte sonora).</p> <p>- Realizar pesquisa bibliográfica no manual escolar;</p> <p>- Adquirir conhecimento científico;</p> <p>- Conhecer a influência da sociedade na ciência e vice-versa.</p>		<p>comunicação oral e escrita;</p> <p>- Usar uma linguagem científica contextualizada.</p>	<p>empenhada e tolerante;</p> <p>- Gerir o tempo;</p> <p>- Refletir sobre o trabalho efetuado.</p>	<p>construído por um dos grupos da turma.</p> <p><b><u>3º momento (20 minutos)</u></b></p> <p>- Discussão da tarefa em grupo turma;</p> <p>- Síntese final ppt.</p> <p><b><u>4º momento (5 minutos)</u></b></p> <p>- Reflexão individual sobre o trabalho desenvolvido.</p>	<p>- Videoprojetor;</p> <p>- Ficheiro PowerPoint</p>
--	---	--	--	--	---	--

Planificação de Aula de Ciências Físico-Química do 8º Ano do 3º Ciclo do Ensino Básico							
Aula 3 e 4  Data: 23/04/15		Duração:  90 minutos	3º Período				Ano Letivo: 2014/2015
Domínio: SOM  Subdomínio: Atributos do som e sua deteção pelo ser humano.				Sumário: Realização de uma tarefa sobre os atributos do som.			
Conteúdos	Competências				Momentos da aula e tempo	Instrumentos de avaliação	Recursos
- Atributos do som:  Intensidade, altura e timbre.	Conhecimento	Raciocínio	Comunicação	Atitudes	Aula 3 e 4	- Instrumento de avaliação da tarefa 2 (respostas escritas).  - Instrumento de avaliação do trabalho de grupo (participação	- Tarefa 2.  - Manual escolar.  - Instrumentos musicais construídos na tarefa 1.
	- Conhecer os atributos do som.  - Reconhecer que os atributos do som permitem distinguir sons.	- Interpretar a informação presente na banda desenhada.  - Associar a altura de um som à frequência da vibração, identificando	- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito.  - Usar uma linguagem científica contextualizada.	- Respeitar os colegas e a professora.  - Aceitar as decisões do grupo.  - Colaborar com os colegas de forma	<u>1º momento (10 minutos)</u>  - Sumário.  - Breve introdução da tarefa “Atributos do som” a realizar; indicação de que vão trabalhar em grupo.		

	<p>- Realizar pesquisa bibliográfica no manual escolar.</p> <p>- Conhecer a influência da sociedade na ciência e vice-versa.</p> <p>- Concluir, a partir de uma atividade experimental, que a altura de um som produzido pela vibração de um fio, com uma extremidade fixa, aumenta ou diminui com a espessura e</p>	sons agudos e sons graves.		<p>empenhada e tolerante.</p> <p>- Gerir o tempo.</p>	<p>- Distribuição da tarefa 2 pelos grupos de trabalho.</p> <p><b><u>2º momento (35 minutos)</u></b></p> <p>- Leitura da banda desenhada.</p> <p>- Pesquisa de informação sobre os atributos do som.</p> <p>- Identificação do atributo do som referido na banda desenhada.</p> <p>- Seleção do instrumento musical e escolha da característica a estudar relacionada com a altura do som.</p> <p>- Elaboração do plano de ação.</p> <p><b><u>3º momento (15 minutos)</u></b></p>	na elaboração do trabalho).	
--	--	----------------------------	--	---	---	-----------------------------	--

	<p>comprimento do fio.</p> <p>- Concluir, a partir de uma atividade experimental, que a altura de um som produzido pela vibração de uma coluna de ar aumenta ou diminui quando se altera o comprimento da coluna de ar.</p>				<p>- Apresentação do plano de ação e a sua discussão em turma.</p> <p><b><u>4º momento (30 minutos)</u></b></p> <p>- Realização do trabalho experimental;</p> <p>- Registo de observações.</p> <p>- Escrita de conclusões.</p>		
--	---	--	--	--	--	--	--

**Planificação de Aula de Ciências Físico-Química do 8º Ano do 3º Ciclo do Ensino Básico**

Planificação de Aula de Ciências Físico-Química do 8ºAno do 3º Ciclo do Ensino Básico							
Aula 5	Duração: 15 minutos	3º Período			Ano Letivo: 2014/2015		
Data: 30/04/15							
Domínio: SOM				Sumário: Conclusão de uma tarefa sobre os atributos do som.			
Subdomínio: Atributos do som e sua deteção pelo ser humano.							
Conteúdos	Competências				Momentos de aula e tempo	Instrumentos de avaliação	Recursos
- Atributos do som: Intensidade, altura e timbre.	Conhecimento	Raciocínio	Comunicação	Atitudes	<u>Aula 4</u>  <u>1º momento</u> (2 minutos) - Registo do sumário. - Resumo da aula anterior.  <u>2º momento</u> (10 minutos) (Continuação da tarefa 2) - Resposta à questão 4 do “Vão mais além”.	- Instrumento de avaliação da tarefa 2 (respostas escritas).  - Instrumento de avaliação do trabalho de grupo (participação	- Tarefa 2;  - Manual escolar.
	- Conhecer os atributos do som.  - Reconhecer que os atributos do som permitem distinguir sons.  - Realizar pesquisa	- Interpretar a informação presente na banda desenhada.  - Associar a altura de um som à frequência da vibração, identificando sons	- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito.  - Utilizar corretamente a língua portuguesa na	- Respeitar os colegas e a professora.  - Aceitar as decisões do grupo.  - Colaborar com os colegas de forma			

	bibliográfica no manual escolar.  - Conhecer a influência da sociedade na ciência e vice-versa.	agudos e sons graves.	comunicação oral e escrita.  - Usar uma linguagem científica contextualizada.	empenhada e tolerante.  - Gerir o tempo; - Refletir sobre o trabalho efetuado.		na elaboração do trabalho).	
--	---	-----------------------	---	---	--	-----------------------------	--

**Planificação de Aula de Ciências Físico-Química do 8º Ano do 3º Ciclo do Ensino Básico**

Aula 6							
Data: 5/05/15		Duração: 45 minutos		3º Período			Ano Letivo: 2014/2015
Domínio: SOM				Sumário: Síntese final da tarefa sobre os atributos do som. Realização de uma tarefa sobre a propagação do som.			
Subdomínio: Atributos do som e a sua deteção pelo ser humano. Produção e propagação do som.							
Conteúdos	Competências				Momentos de aula e tempo	Instrumentos de avaliação	Recursos
- Atributos do som: Intensidade, altura e timbre.	Conhecimento	Raciocínio	Comunicação	Atitudes	Aula 6  1º momento (15 minutos)  - Discussão da tarefa em grupo turma.  - Síntese final, realizada com a colaboração dos alunos, sob a forma de esquema no quadro.  2º momento (5 minutos)	- Instrumento de avaliação da tarefa 2 (respostas escritas).  - Instrumento de avaliação do trabalho de grupo (participação na elaboração do trabalho).	- Tarefa 2;  - Manual escolar;  - Instrumentos musicais construídos na tarefa 1;  - Quadro;
	- Conhecer os atributos do som.  - Reconhecer que os atributos do som permitem distinguir sons.	- Interpretar a informação presente na banda desenhada.  - Associar a altura de um som à frequência da	- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito.  - Usar uma linguagem	- Respeitar os colegas e a professora.  - Aceitar as decisões do grupo.  - Colaborar com os colegas de			



- Propagação do som.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar pesquisa bibliográfica no manual escolar.</li> <li>- Conhecer a influência da sociedade na ciência e vice-versa.</li> <li>- Reconhecer que o som se propaga em sólidos, líquidos e gases com a mesma frequência da respetiva fonte sonora.</li> <li>- Reconhecer que o som não se propaga no vácuo.</li> </ul>	<p>vibração, identificando sons agudos e sons graves.</p> <p>- Associar a velocidade do som num dado material com a rapidez com que ele se propaga, interpretando o seu significado através da expressão <math>v = d/\Delta t</math>.</p>	científica contextualizada.	<p>forma empenhada e tolerante.</p> <p>- Gerir o tempo.</p>	<p>- Reflexão individual sobre o trabalho desenvolvido na tarefa 2.</p> <p><b><u>3º momento (10 minutos)</u></b></p> <p>- Distribuição da tarefa 3 pelos grupos de trabalho.</p> <p>- Breve introdução da tarefa a realizar.</p> <p><b><u>4º momento (15 minutos)</u></b></p> <p>- Leitura da banda desenhada.</p> <p>- Previsão de uma resposta à questão colocada na banda desenhada.</p>	<p>- Caneta;</p> <p>- Tarefa 3.</p>
----------------------	--	---	-----------------------------	---	---	-------------------------------------

	<p>- Concluir, a partir de uma atividade experimental, que a altura de um som produzido pela vibração de um fio, com uma extremidade fixa, aumenta ou diminui com a espessura e comprimento do fio.</p>						
--	---	--	--	--	--	--	--

**Planificação de Aula de Ciências Físico-Química do 8º Ano do 3º Ciclo do Ensino Básico**

Aula 6 e 7		Duração: 90 minutos	3º Período			Ano Letivo: 2014/2015	
Data: 7/05/15							
Domínio: SOM					Sumário: Realização de uma tarefa sobre a propagação do som.		
Subdomínio: Produção e propagação do som.							
Conteúdos	Competências				Momentos da aula e tempo	Instrumentos de avaliação	Recursos
- Propagação do som.  - Mecanismo de propagação do som no ar.	Conhecimento	Raciocínio	Comunicação	Atitudes	Aula 6 e 7	- Instrumento de avaliação da tarefa 3 (respostas escritas).  - Instrumento de avaliação do trabalho de grupo (participação na elaboração do trabalho).	- Tarefa 3.  - Manual escolar.  - Computador.  - Videoprojetor.  - Ficheiro Power Point.
	- Reconhecer que o som se propaga em sólidos, líquidos e gases com a mesma frequência da	- Interpretar a informação presente na banda desenhada.  - Explicar que a transmissão do som no ar se deve à propagação do movimento	- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito.  - Usar uma linguagem científica contextualizada.	- Respeitar os colegas e a professora.  - Aceitar as decisões do grupo.  - Colaborar com os colegas de	<u>1º momento</u> (10 minutos)  - Sumário.  - Distribuição da tarefa 3 pelos grupos de trabalho.  - Breve introdução da tarefa a realizar.  <u>2º momento</u> (55 minutos)		

	<p>respetiva fonte sonora.</p> <p>- Reconhecer que o som não se propaga no vácuo.</p> <p>- Realizar pesquisa bibliográfica no manual escolar.</p> <p>- Conhecer a influência da sociedade na ciência e vice-versa.</p>	<p>vibratório em sucessivas camadas de ar, surgindo, alternadamente, zonas de menor densidade do ar e zonas de maior densidade do ar.</p> <p>- Reconhecer que, na propagação do som, as camadas de ar não se deslocam ao longo do meio, apenas transferem energia de umas para outras.</p>		<p>forma empenhada e tolerante.</p> <p>- Gerir o tempo.</p> <p>- Refletir sobre o trabalho efetuado.</p>	<p>- Leitura da banda desenhada.</p> <p>- Previsão de uma resposta à questão colocada na banda desenhada.</p> <p>- Visualização de uma simulação:  <a href="http://phet.colorado.edu/pt-BR/simulation/sound">http://phet.colorado.edu/pt-BR/simulation/sound</a></p> <p>- Pesquisa de informação.</p> <p>- Respostas às questões 3 e 4.</p> <p>- Visualização de um vídeo:  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=gozRrRCtj6E">https://www.youtube.com/watch?v=gozRrRCtj6E</a></p> <p>- Formulação de uma questão.</p>		
--	--	--	--	--	---	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Associar a velocidade do som num dado material com a rapidez com que ele se propaga, interpretando o seu significado através da expressão <math>v = d/\Delta t</math>.</li> <li>- Formular questões.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesquisa de informação.</li> <li>- Resposta à questão 7 do “Vão mais além”.</li> </ul> <p><b><u>3º momento (15 minutos)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussão da tarefa em grupo turma.</li> </ul> <p><b><u>4º momento (5 minutos)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Síntese final, com recurso a um PowerPoint.</li> </ul> <p><b><u>5º momento (5 minutos)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexão individual sobre o trabalho desenvolvido na tarefa 3.</li> </ul>		
--	--	--	--	--	---	--	--

Planificação de Aula de Ciências Físico-Química do 8º Ano do 3º Ciclo do Ensino Básico							
Aula 8	Duração: 45 minutos	3º Período				Ano Letivo: 2014/2015	
Data: 12/05/15							
Domínio: SOM				Sumário: Realização de uma tarefa sobre o espetro sonoro.			
Subdomínio: Atributos do som e sua deteção pelo ser humano							
Conteúdos	Competências				Momentos da aula e tempo	Instrumentos de avaliação	Recursos
- Espetro sonoro.  - Sons audíveis.  - Ultrassons.  - Infrassons.	Conhecimento	Raciocínio	Comunicação	Atitudes	1º momento (10 minutos)  - Sumário.  - Distribuição da tarefa 4 pelos grupos de trabalho.	- Instrumento de avaliação da tarefa 4 (respostas escritas).  - Instrumento de avaliação do trabalho de grupo (participação na elaboração do trabalho).	- Tarefa 4.  - Manual escolar.
	- Identificar o ouvido humano como um recetor de som.  - Reconhecer que o ouvido humano só é sensível a ondas sonoras de certas	- Conhecer a influência da sociedade na ciência e vice-versa.  - Interpretar a informação	- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito.  - Usar uma linguagem	- Respeitar os colegas e a professora.  - Aceitar as decisões do grupo.			

	<p>frequências (sons audíveis).</p> <p>- Reconhecer que alguns animais captam ultrassons e infrassons.</p> <p>- Localizar sons audíveis, ultrassons e infrassons no espectro sonoro.</p> <p>- Formular questões;</p> <p>- Realizar pesquisa bibliográfica no manual escolar.</p>	presente nas notícias.	científica contextualizada	<p>- Colaborar com os colegas de forma empenhada e tolerante.</p> <p>- Gerir o tempo.</p> <p>- Refletir sobre o trabalho efetuado.</p>	<p>- Breve introdução da tarefa a realizar.</p> <p><b><u>2º momento (35 minutos)</u></b></p> <p>- Leitura da notícia.</p> <p>- Formulação de uma questão.</p> <p>- Pesquisa de informação.</p> <p>- Resposta à questão formulada.</p> <p>- Apresentação das questões formuladas e respetivas respostas, por grupo.</p>		
--	--	------------------------	----------------------------	--	--	--	--

**Planificação de Aula de Ciências Físico-Química do 8º Ano do 3º Ciclo do Ensino Básico**

Aula 9 e 10	Duração: 90 minutos	3º Período			Ano Letivo: 2014/2015		
Data: 14/05/15							
Domínio: SOM					Sumário: Conclusão de uma tarefa sobre o espectro sonoro.		
Subdomínio: Atributos do som e sua deteção pelo ser humano							
Conteúdos	Competências				Momentos da aula e tempo	Instrumentos de avaliação	Recursos
- Espectro sonoro.  - Sons audíveis.  - Ultrassons.  - Infrassons.	Conhecimento	Raciocínio	Comunicação	Atitudes	1º momento (5 minutos)	- Instrumento de avaliação da tarefa 4 (respostas escritas).  - Instrumento de avaliação do trabalho de grupo (participação na elaboração do trabalho).	·  - Tarefa 4.  - Manual escolar.  - Computador.  - Videoprojetor.
	- Identificar o ouvido humano como um recetor de som.  - Reconhecer que o ouvido humano só é sensível a ondas sonoras de certas	- Conhecer a influência da sociedade na ciência e vice-versa.  - Interpretar a informação presente nas notícias.	- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito.  - Usar uma linguagem	- Respeitar os colegas e a professora.  - Aceitar as decisões do grupo.	- Registo do sumário;  - Resumo da aula anterior.  2º momento ( 60 minutos) (Continuação da tarefa 4)  - Leitura da notícia.  - Identificação da hipótese levantada na notícia.		



<p>frequências (sons audíveis).</p> <p>- Formular questões;</p> <p>- Reconhecer que alguns animais captam ultrassons e infrassons.</p> <p>- Localizar sons audíveis, ultrassons e infrassons no espectro sonoro.</p> <p>-Realizar pesquisa bibliográfica no manual escolar.</p>	<p>- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito.</p>	<p>científica contextualizada.</p>	<p>- Colaborar com os colegas de forma empenhada e tolerante.</p>	<p>- Pesquisa de informação.</p> <p>- Elaboração de um resumo.</p> <p><b><u>3º momento (20 minutos)</u></b></p> <p>- Discussão da tarefa, em grupo turma.</p> <p>- Síntese final, com recurso a um PowerPoint.</p> <p><b><u>4º momento (5 minutos)</u></b></p> <p>- Reflexão individual sobre o trabalho desenvolvido na tarefa 4.</p>	<p>- Ficheiro Power Point.</p>
---	--	------------------------------------	---	--	--------------------------------

Planificação de Aula de Ciências Físico-Química do 8ºAno do 3º Ciclo do Ensino Básico							
Aula 11 e 12  Data: 28/04/15		Duração: 90 minutos	3º Período			Ano Letivo: 2014/2015	
Domínio: SOM  Subdomínio: Atributos do som e sua deteção pelo ser humano.				Sumário: Realização de uma tarefa de role play sobre poluição sonora “Festival eletrónico no Bairro”.			
Conteúdos	Competências				Momentos da aula e tempo	Instrumentos de avaliação	Recursos
- Nível de intensidade sonora.  - Limiar de audição e limiar de dor.  - Sonómetro.  - Audiograma.	Conhecimento	Raciocínio	Comunicação	Atitudes	<u>Aula 11 e 12</u>	- Instrumento de avaliação da tarefa 5 (Ata).  - Instrumento de avaliação do trabalho de grupo (participação na elaboração do trabalho).	- Tarefa 5.  - Manual escolar.  - Computador com acesso à internet.
	- Reconhecer nível de intensidade sonora como sendo a grandeza física que se mede com um sonómetro.  - Reconhecer que o nível de intensidade sonora expressa-se em decibéis e usa-se	- Interpretar audiogramas.  - Estabelecer relação entre conceitos.  - Interpretar informação.  - Tomar decisões.	- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias, oralmente e por escrito.  - Usar uma linguagem científica contextualizada.	- Respeitar os colegas e a professora.  - Aceitar as decisões do grupo.  - Colaborar com os colegas de forma empenhada e tolerante.	<u>1º momento</u> (10 minutos) <i>Apresentação da Tarefa</i>  - Sumário.  - Breve introdução da tarefa de <i>role play</i> a realizar com distribuição dos papéis a desempenhar por cada grupo.		

- Poluição sonora.	para descrever a resposta do ouvido humano. - Definir limiares de audição e de dor e indicar os respetivos níveis de intensidade sonora. - Identificar fontes de poluição sonora. - Realizar pesquisa bibliográfica no manual escolar. - Conhecer a influência da sociedade na ciência e vice-versa.			- Gerir o tempo.	<b><u>2º momento</u></b> (45 minutos) <i>Realização da tarefa</i> - Realização de pesquisa no manual escolar e na internet. - Discussão de ideias dentro do grupo. - Registo dos principais argumentos a utilizar na discussão. <b><u>3º momento</u></b> (30 minutos) - Discussão em turma. <b><u>4º momento</u></b> (5 minutos) - Síntese final (Posição final da turma face à implementação do festival eletrónico no Bairro).		
--------------------	--	--	--	------------------	--	--	--

**Planificação de Aula de Ciências Físico-Química do 8º Ano do 3º Ciclo do Ensino Básico**

Planificação de Aula de Ciências Físico-Química do 8ºAno do 3º Ciclo do Ensino Básico							
Aula 13  Data:2/06/15		Duração: 45 minutos		3º Período		Ano Letivo: 2014/2015	
Domínio: SOM  Subdomínio: Atributos do som e sua deteção pelo ser humano.				Sumário: Conclusão de uma tarefa de <i>role play</i> sobre poluição sonora “Festival Eletrónico no Bairro”.			
Conteúdos	Competências				Momentos de aula e tempo	Instrumentos de avaliação	Recursos
- Nível de intensidade sonora.  - Limiar de audição e limiar de dor.  - Sonómetro.  - Audiograma.	Conhecimento	Raciocínio	Comunicação	Atitudes	Aula 13	- Instrumento de avaliação da tarefa 5 (Ata).  - Instrumento de avaliação do trabalho de grupo (participação na elaboração do trabalho).	- Tarefa 5.  - Manual escolar.  - Computador.  - Videoprojetor.  - Ficheiro PowerPoint.
	- Reconhecer nível de intensidade sonora como sendo a grandeza física que se mede com um sonómetro.  - Reconhecer que o nível de intensidade sonora expressa-se em decibéis e usa-se	- Interpretar audiogramas.  - Estabelecer relação entre conceitos.  - Interpretar informação.  - Tomar decisões.	- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias, oralmente e por escrito.  - Usar uma linguagem	- Respeitar os colegas e a professora.  - Aceitar as decisões do grupo.  - Colaborar com os colegas de	1º momento (5 minutos) Registo do sumário e resumo da aula anterior.  2º momento (25 minutos) Elaboração da ata.  3º momento (10 minuto) - Síntese final, com recurso a um PowerPoint.		

- Poluição sonora.	para descrever a resposta do ouvido humano. - Definir limiares de audição e de dor e indicar os respetivos níveis de intensidade sonora. - Identificar fontes de poluição sonora. - Realizar pesquisa bibliográfica no manual escolar. - Conhecer a influência da sociedade na ciência e vice-versa.		científica contextualizada.	forma empenhada e tolerante. - Gerir o tempo.	<b><u>4º momento</u></b> (5 minutos) - Reflexão individual sobre o trabalho desenvolvido na tarefa 5.		
--------------------	--	--	-----------------------------	--	--	--	--



# **APÊNDICE B**

---

## **RECURSO DE APOIO ÀS AULAS: TAREFAS**





**Ciências Físico-Químicas**  
**Tarefa 1- Instrumentos Musicais**

1- Leiam a banda desenhada.

O Lucas foi passar as férias à casa do seu primo João que vive no Porto. Como o João gosta muito de música, levou o Lucas a assistir a um concerto da orquestra sinfónica do Porto na Casa da Música.



No fim do concerto, o Lucas estava surpreso com o que tinha visto e escutado.



- 2- Prevejam uma resposta para a questão colocada pelo Lucas.
- 3- Façam uma lista dos instrumentos musicais que conhecem.

- 4- Agrupem os instrumentos musicais da vossa lista, justificando os grupos efetuados. Apresentem a informação sob a forma de esquema. Podem recorrer a uma pesquisa no manual.
- 5- Expliquem como se produz o som em cada um dos grupos que formaram.

### Vão mais além...

- 6- Leiam a banda desenhada.

O Lucas ficou pensativo, quando o João lhe disse que a Orquestra Sinfónica do Porto Casa da Música tem um número permanente de 94 instrumentistas.



- 7- Construam, também vocês, um instrumento musical, a partir de resíduos sólidos urbanos (RSU) para formarem a orquestra da turma. Cada grupo deve construir um instrumento pertencente a grupos diferentes.

- 8- Analisem um instrumento musical construído por outro grupo e classifiquem-no.



**Responde individualmente:**

- 1- O que aprendeste com a realização desta tarefa?
- 2- Quais as dificuldades que sentiste na realização desta tarefa?
- 3- Como funcionou o teu grupo?
- 4- O que mais gostaste e o que menos gostaste? Porquê?

## Ciências Físico-Químicas

### Tarefa 2- Atributos do som

1- Leiam a banda desenhada atentamente.



2 - Identifiquem o atributo do som que o João se está a referir. Justifiquem a vossa resposta.

3 - Seleccionem um dos instrumentos musicais, construídos pela turma (tarefa 1) e estudem o atributo do som mencionado pelo João.

3.1- Apresentem um plano de ação para efetuar esse estudo.

3.2- Registem as vossas observações, para tal construam uma tabela.

3.3- Tirem conclusões.

### **Vão mais além ....**

4 - Continuem a banda desenhada, tendo em conta a afirmação do Lucas “Vou colocar o som mais alto”. Lembrem-se da importância de utilizar linguagem científica de uma forma correta.



### **Responde individualmente:**

1- O que aprendeste com a realização desta tarefa?

2- Quais as dificuldades que sentiste na realização desta tarefa?

3- Como funcionou o teu grupo?

4- O que mais gostaste e o que menos gostaste? Porquê?

**Ciências Físico-Químicas**  
**Tarefa 3 – Propagação do som**


1. Leiam a banda desenhada.

**NME** NEWS REVIEWS NEW MUSIC BLOGS VIDEO PHOTOS AWARDS TICKETS

**'Star Wars' 8 confirmed for 2017, Felicity Jones to star in spin-off film**  
*A pair of new 'Star Wars' films are now officially on their way*

Buy Star Wars DVDs from Amazon UK

Share 0 Tweet 0 P Share 7



Lucas, sabias que o filme Star Wars 8 está confirmado para 2017?

Não sabia. Que boa notícia!


Adoro filmes que têm confrontos entre naves que produzem enormes explosões. Mas ainda faltam 2 anos.

Lucas, eu tenho em casa o Star Wars IV. Queres ver?

Claro que sim!

João, adoro ouvir estas explosões no espaço.

Lucas, parece-te ser verdade que se ouvem estas explosões?





Trailer Star Wars IV - URL da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=9gvqpFbRKtQ>

2. Prevejam uma resposta para a questão colocada pelo João.
3. Utilizem a simulação e o manual escolar para ajudarem o Lucas a encontrar uma resposta à questão do João.

**Guia de utilização da simulação:**

[http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/sound](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound)

- Utilizar “Ouvir com pressão do ar variável”.
- Para ouvir o som produzido, seleccionar a opção “ligar áudio”.
- Seleccionar a opção “Remover ar à caixa”.

4. Escrevam um pequeno texto, para enviar ao realizador do episódio IV do filme “*Star Wars*”, a referir e a justificar algumas situações que traduzem incorreções científicas. Para tal, vejam o *trailer* do respetivo episódio.

**Vão mais além....**

5. Observem o seguinte vídeo do filme “Stand By me “ de Rob Reiner.  
<https://www.youtube.com/watch?v=gozRrRCtj6E>



6. Formulem uma questão.

7. Pesquisem informação, no manual escolar, que vos permita responder à questão.



**Responde individualmente:**

- 1- O que aprendeste com a realização desta tarefa?
- 2- Quais as dificuldades que sentiste na realização desta tarefa?
- 3- Como funcionou o teu grupo?
- 4- O que mais gostaste e o que menos gostaste? Porquê?



## Ciências Físico-Químicas

### Tarefa 4 – Espetro Sonoro

1. Leiam, atentamente, a notícia.



A capacidade de certos animais para sentir a eminência de fenómenos sísmicos faz parte da sabedoria popular. Está provado cientificamente que os elefantes conseguem detetar ondas sonoras de frequências muito baixas. (...) Há indícios de que os elefantes na

Tailândia e Sri Lanka detetaram o sismo que originou o *tsunami*



de 26 de Dezembro 2004, no oceano Índico. Neste artigo, um investigador do

Departamento de Ciências do Meio Ambiente da Universidade da Virgínia analisa os sinais precursores que podem ter sido detetados por elefantes asiáticos. (...).



Adaptado de <http://naturlink.sapo.pt/Noticias/Noticias/content/Sinais-precursores-de-um-Tsunami-detectados-por-elefantes?bl=1>

2. Formulem uma questão que a notícia vos sugere.
3. Pesquisem, no manual escolar, informação e respondam à questão.
4. Apresentem à turma, a questão formulada pelo vosso grupo e a respetiva resposta.

## Vão mais além....

5. Leiam, atentamente, a notícia.

### Grupo de baleias que encalharam na Nova Zelândia está a morrer



Encalhou numa praia da Ilha do Norte da Nova Zelândia um grupo de 80 exemplares de baleias-piloto e apenas 24 se encontram com vida.

A maioria das baleias, que encalharam na passada quarta-feira numa praia da Ilha do Norte da Nova Zelândia, está a morrer, apesar dos esforços dos voluntários e dos especialistas que estão à espera da manhã de amanhã para

desencalhar as sobreviventes.

Dos 80 exemplares encalhados apenas 24 estão com vida, segundo informou a porta-voz do departamento de Conservação da Nova Zelândia, Carolyn Smith. Os cetáceos, que beneficiaram da assistência de voluntários, ficaram presos na remota praia Spirits Bay, onde outras 101 baleias-piloto morreram em 2007.



Em Agosto, apenas 9 baleias de um grupo de 58 puderam ser resgatadas de outra praia, quando no passado mês de dezembro morreram 126 exemplares que ficaram presos. Os cientistas desconhecem a razão pela qual algumas espécies de baleias acabaram os seus dias nas praias, e pensam que poderá dever-se a serem atraídas pelo sonar das grandes embarcações (...).

Adaptado de <http://nатурlink.sapo.pt/Noticias/Noticias/content/Grupo-de-baleias-que-encalharam-na-Nova-Zelandia-esta-a-morrer?bl=1>

6. Identifiquem a hipótese levantada pelos cientistas.

7. Façam uma pesquisa e elaborem um resumo com a informação que recolheram, para fundamentarem a hipótese levantada pelos cientistas.



**Responde individualmente:**

- 1- O que aprendeste com a realização desta tarefa?
- 2- Quais as dificuldades que sentiste na realização desta tarefa?
- 3- Como funcionou o teu grupo?
- 4- O que mais gostaste e o que menos gostaste? Porquê?

## Ciências Físico-Químicas

### Tarefa 5 – Festival Eletrónico no Bairro

Está para ser aprovado, em reunião de Câmara, um festival de música eletrónica que se realizará num dos Bairros tradicionais de Lisboa, durante o mês de Junho de 2015. A proposta a discutir refere que o festival apresenta a duração de três dias, onde é pretendido que os concertos se realizem nos diversos jardins e ruas de um bairro residencial com aproximadamente 22 000 habitantes, entre as 18h e as 4h.

Este festival já se realiza há alguns anos em algumas capitais da Europa e pretende trazer a Portugal alguns nomes importantes da música eletrónica, relacionando o que existe de mais tradicional num bairro Lisboaeta com o que há de mais eletrónico na música. Este facto traz benefícios à cidade, mas levanta muitas questões a considerar sobre a temática poluição sonora.

#### **Cartaz**

26 de Junho (sexta-feira) Caribou, Mirror People Live

27 de Junho (sábado) Benoit & Sergio, Nicolas Jaar

28 de Junho (domingo) Poolside, Ricardo Villalobos



**Procedimento:**

- 1- A cada grupo é atribuído um papel distinto: 1) Organização do Festival; 2) Técnico de som; 3) Representante da autarquia; 4) Representante de moradores; 5) Delegado de saúde; 6) Representante de uma organização ambiental; 7) Moderadores. Cada conjunto de alunos com papéis diferenciados reunir-se-á, dando origem a planos e opções variadas.
- 2- Em seguida apresenta-se algumas questões orientadoras que poderão facilitar a vossa pesquisa e a análise da informação (Tabela 1).

**Tabela 1** – Relação entre personagem e questões de investigação.

Personagem	Algumas questões orientadoras da pesquisa
Organização do Festival	Que cuidados pensam ter relativamente à intensidade sonora. Vão utilizar um sonómetro no festival? (1)
Técnico de som	O que é o limiar de audição? O que é o limiar de dor? Para que serve um sonómetro e um audiograma? (2)
Representante da autarquia	Quais são as restrições colocadas à organização do festival no que diz respeito ao nível de intensidade sonora dos concertos? Porquê? (3)
Representante de moradores	Quais são as consequências para os moradores da exposição a sons de elevada intensidade (música eletrónica)? (4)
Representante de uma organização ambiental	O que é a poluição sonora? Afeta apenas o ser humano ou pode causar danos a outros seres vivos? Quais? (5)
Delegado de saúde	Quais são os problemas de saúde resultantes da poluição sonora? A partir de que níveis de ruído (...dB) se consideram nocivos à saúde humana? E qual é o período de exposição? (6)
Moderadores	(1), (2), (3), (4), (5) e (6).

3- Na *Internet* podem consultar diversas páginas sobre esta temática:

<http://www.ambiente.maiadigital.pt/ambiente/ruído/mais-informacao-1/sobre-a-poluicao-sonora-1>

[http://www.psp.pt/Legislacao/DecLei\\_9-2007.pdf](http://www.psp.pt/Legislacao/DecLei_9-2007.pdf)

4- Preparem, em grupo, a participação na discussão:

- Discutam as vossas ideias e registem os principais argumentos a utilizar durante a discussão para defender a vossa posição.
- Pensem e escrevam possíveis questões que os elementos dos outros grupos possam fazer sobre o vosso trabalho.
- Discutam, decidam e escrevam um conjunto de questões que pensem ser úteis para colocar aos colegas dos outros grupos de modo a clarificarem as vossas posições.

5- Escrevam a ata relativa à discussão que decorreu. Descrevam as principais ideias discutidas e a posição final da turma face à questão colocada. Utilizem linguagem científica e linguisticamente correta na escrita deste documento.



**Responde individualmente:**

- 1- O que aprendeste com a realização desta tarefa?
- 2- Quais as dificuldades que sentiste na realização desta tarefa?
- 3- Como funcionou o teu grupo?
- 4- O que mais gostaste e o que menos gostaste? Porquê?

# **APÊNDICE C**

---

## **CARTA DE AUTORIZAÇÃO**





Exmo.(a)

Sr. ou Sr.<sup>a</sup>

Encarregado de Educação

Com o objetivo de desenvolver o meu relatório de Prática Supervisionada, no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e Química da Universidade de Lisboa, venho por este meio solicitar, a V. Exa., autorização para realizar o meu estudo, na turma do seu educando com a professora Carla Matoso. Neste sentido, será necessário a realização de uma entrevista, questionários e registos áudio/vídeo recolhidos durante as aulas. Desejo salientar que todas as questões éticas e de confidencialidade serão salvaguardadas.

**Solicito a vossa compreensão e para o caso de necessitar de mais esclarecimentos por favor queira contactar a professora xxxx e colocar as questões que considere pertinentes.**

Lisboa, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015

Com os melhores cumprimentos,

**A Professora,**

\_\_\_\_\_  
(Maria Neto)

---

### ***AUTORIZAÇÃO***

Eu, \_\_\_\_\_ Encarregado(a) de Educação do(a) aluno(a) \_\_\_\_\_, nº \_\_, da turma \_\_, do \_\_\_\_º ano, autorizo o meu educando a participar no estudo de investigação, para o relatório de prática supervisionada, da professora Maria Neto, para que seja possível a recolha de dados.

Data:

O(A) Encarregado(a) de Educação:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## **APÊNDICE D**

---

### **GUIÃO DE ENTREVISTA EM GRUPO FOCADO**



Quadro A.1 *Dimensão e objetivos considerados na elaboração do guião da entrevista, em grupo focado aos alunos.*

Dimensão	Objetivo	Questões
<b>Avaliação das tarefas</b>	Conhecer a avaliação que os alunos fazem da utilização de tarefas de investigação e de <i>role play</i> nas aulas sobre o tema “Som”.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Gostaram de realizar as tarefas? <ol style="list-style-type: none"> <li>O que mais gostaram? Porquê?</li> <li>O que menos gostaram? Porquê?</li> </ol> </li> <li>Qual foi a tarefa mais motivante ou interessante? Porquê?</li> <li>O que alterariam nas tarefas? Porquê?</li> <li>No final de cada tarefa realizaram uma autoavaliação das aprendizagens efetuadas e do trabalho desenvolvido. Achem importante a autoavaliação que fizeram? Porquê?</li> </ol>
<b>Aprendizagens realizadas pelos alunos</b>	Reconhecer as principais aprendizagens realizadas pelos alunos durante a realização das tarefas de investigação e <i>role play</i> .	<ol style="list-style-type: none"> <li>Achem que estas tarefas contribuíram para a vossa aprendizagem sobre o tema “Som”? Como</li> <li>O que aprenderam durante a realização das tarefas?</li> <li>Como consideram que aprenderam mais? <ol style="list-style-type: none"> <li>Foi a ler a banda desenhada e as notícias?</li> <li>Foi a pesquisar informação e a sintetizá-la?</li> <li>Foi com a elaboração das respostas escritas?</li> <li>Foi com a elaboração e concretização de um plano de ação?</li> <li>Foi com as discussões em turma e em grupo?</li> <li>Foi a trabalhar em grupo?</li> </ol> </li> <li>Consideram que as aprendizagens realizadas foram importantes? Em que medida?</li> </ol>

<b>Dificuldades sentidas pelos alunos</b>	Compreender as principais dificuldades sentidas pelos alunos durante a realização das tarefas de investigação e <i>role play</i> .	<p>9. Quais foram as principais dificuldades que sentiram durante a realização das tarefas?</p> <p>10. Como evoluíram essas dificuldades? Aumentaram? Diminuíram?</p>
<b>Estratégias utilizadas pelos alunos para realizarem as tarefas</b>	Conhecer as principais estratégias utilizadas pelos alunos para realizarem as tarefas.	<p>11. Que estratégias utilizaram para realizar as tarefas?</p> <p>12. Que outras estratégias poderiam ter utilizado para conseguirem realizar aprendizagens mais eficazes?</p>

# **APÊNDICE E**

---

## **INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO**





### Instrumento de Avaliação – Tarefa 1 “Instrumentos musicais”

ESCOLA BÁSICA 2.º E 3.º CICLOS						
Ano letivo 2014/2015						
Instrumento de Avaliação – Tarefa 1 “Instrumentos musicais”						
Questão	Descritores de Desempenho			Pontos	Ponderação	Cotação
	1	2	3			
4.	Não agrupam corretamente todos os instrumentos musicais listados. Apresentam uma justificação incompleta para os grupos efetuados.	Agrupam corretamente todos os instrumentos musicais listados. Apresentam uma justificação completa para os grupos efetuados. Contudo, não apresentam a informação sob a forma de esquema.	Agrupam corretamente todos os instrumentos musicais listados. Apresentam uma justificação completa para os grupos efetuados. Apresentam a informação sob a forma de esquema.	____/3	0.2	____/0.6
5.	Não explicam como se produz o som em todos os grupos de instrumentos musicais formados.	Explicam como se produz o som em todos os grupos de instrumentos musicais formados. Mas não utilizam uma linguagem científica contextualizada.	Explicam como se produz o som em todos os grupos de instrumentos musicais formado, utilizando uma linguagem científica contextualizada.	____/3	0.2	____/0.6

7.	Constroem um instrumento musical, mas não têm em conta as condições apresentadas no enunciado.	Constroem um instrumento musical tendo em conta as condições apresentadas no enunciado. Apresentam dificuldade na gestão do tempo.	Constroem um instrumento musical tendo em conta as condições apresentadas no enunciado. Fazem uma boa gestão do tempo.	____/3	0.4	____/1.2
8.	Classificam corretamente o instrumento musical mas não justificam a sua classificação.	Classificam corretamente o instrumento musical. Justificam a sua classificação, mas não utilizam uma linguagem cientificamente correta.	Classificam corretamente o instrumento musical. Justificam a sua classificação e utilizam uma linguagem cientificamente correta.	____/3	0.2	____/0.6
<b>TOTAL ____/3</b>						

## Instrumento de Avaliação – Tarefa 2 “Atributos do som”

ESCOLA BÁSICA 2.º E 3.º CICLOS		
Ano letivo 2014/2015		
Instrumento de Avaliação – Tarefa 2 “Atributos do som”		
Questão	Descritores de Desempenho I, II, III	Cotação
2		____/3
III	<p>Identificação do atributo do som correto (altura).</p> <p>Apresentação de uma justificação adequada e utilização de linguagem cientificamente correta.</p> <p>(Ex: A altura de um som permite distinguir um som agudo de um som grave. Este atributo do som está relacionado com a frequência da fonte sonora. Quanto maior for a frequência da fonte sonora mais agudo é o som e quanto menor for a frequência da fonte sonora mais grave é o som).</p>	3
II	<p>Identificação do atributo do som correto (altura).</p> <p>Apresentação de uma justificação incompleta. Refere <b>um</b> dos tópicos seguintes:</p> <p>1- A altura de um som permite distinguir um som agudo de um som grave.</p> <p>2- A altura de um som está relacionado com a frequência da fonte sonora.</p>	2

	3- Quanto maior for a frequência da fonte sonora mais agudo é o som e quanto menor for a frequência da fonte sonora mais grave é o som.	
<b>I</b>	Identificação do atributo do som correto (altura).  Ausência de justificação ou justificação incorreta.	1
<b>3</b>		<b>__/9</b>
<b>3.1</b>		<b>__/3</b>
III	Refere o instrumento musical selecionado. O objetivo do estudo é claro. O plano de ação é facilmente reproduzido.	3
II	Refere o instrumento musical selecionado. O objetivo do estudo é claro, no entanto faltam alguns detalhes. O plano de ação é passível de ser reproduzido	2
I	Refere o instrumento musical selecionado. Não apresenta o objetivo do estudo. O plano de ação é difícil de perceber.	1
<b>3.2</b>		<b>__/3</b>
III	Construção de uma tabela adequada ao registo das observações. Registo de observações de forma clara. Recorre a uma escala qualitativa para classificar a altura do som emitido.	3
II	Construção de uma tabela adequada ao registo das observações. Registo de observações sem recorrer a uma escala qualitativa para classificar a altura do som emitido.	2
I	Construção de uma tabela pouco adequada ao registo das observações.	1

<b>3.3</b>		<b>___/3</b>
III	Apresentação de conclusões que justificam, corretamente, os resultados obtidos. (Ex: Quanto maior é o comprimento do elástico, mais grave é o som produzido pelo elástico. Um elástico mais comprido vibra mais lentamente do que um elástico mais curto, ou seja, com menor frequência. Por isso, produz um som mais grave.	3
II	Apresentação de conclusões que não justificam completamente os resultados obtidos. (Ex: Quanto maior é o comprimento do elástico, mais grave é o som produzido pelo elástico. O elástico mais comprido vibra mais lentamente.)	2
I	Não há apresentação de conclusões. Há, apenas, análise de resultados. (Ex: Quanto maior é o comprimento do elástico, mais grave é o som produzido pelo elástico).	1
<b>4</b>		<b>___/3</b>
III	Apresentação do significado da afirmação “Vou colocar o som mais alto”, utilizando uma linguagem cientificamente correta.  (Ex: No dia-a-dia quando se diz “Vou colocar o som mais alto”, quer dizer-se “Vou aumentar a intensidade do som”.)	3
II	Apresentação do significado da afirmação “Vou colocar o som mais alto” com algumas incorreções de linguagem científica.	2
I	Apresentação do significado da afirmação “Vou colocar o som mais alto” com algumas incorreções de linguagem científica e gramaticais.	1
<b>TOTAL</b>		<b>___/15</b>

### Instrumento de Avaliação – Tarefa 3 “Propagação do som”

---

ESCOLA BÁSICA 2.º E 3.º CICLOS		
Ano letivo 2014/2015		
Instrumento de Avaliação – Tarefa 3 “Propagação do som”		
Questão	Descritores de Desempenho I, II, III	Cotação
3		____/3
III	Seleção de informação, permitindo dar uma resposta completa. Utilização de linguagem cientificamente correta. (Ex: Não é verdade que se ouvem explosões no espaço. Porque o som não se propaga no vazio ou vácuo, isto é, na ausência de um meio material (sólido, líquido ou gasoso). Como o espaço é praticamente vazio, quase não existem corpúsculos, o som não se propaga. Logo, não é possível ouvirem-se explosões.	3
II	Seleção de informação, permitindo dar uma resposta incompleta ou com algumas incorreções ao nível da linguagem cientificamente.	2

I	Seleção de informação, permitindo dar uma resposta muito incompleta. Indicação, apenas, que não se ouvem explosões no espaço.	1
4		___/3
III	Apresentação das incorreções científicas ao nível do som apresentadas no <i>trailer Star Wars IV</i> (Ex: explosões e confrontos entre naves). Justificação adequada. Utilização de linguagem cientificamente correta. (Ex: As explosões e confrontos entre naves que se ouvem no <i>trailer</i> correspondem a incorreções científicas. O som para se propagar necessita de um meio material (sólido, líquido ou gasoso). Como no espaço quase não existem corpúsculos (ausência de meio material), logo, o som não se propaga.	3
II	Apresentação de incorreções científicas ao nível do som apresentadas no <i>trailer Star Wars IV</i> (explosões, confrontos entre naves). Justificação incompleta ou algumas incorreções ao nível da linguagem cientificamente.	2
I	Apresentação de incorreções científicas ao nível do som apresentadas no <i>trailer Star Wars IV</i> (explosões, confrontos entre naves). Justificação incorreta ou ausência de justificação.	1
6		___/3
III	Formulação de uma questão clara, que relaciona o vídeo apresentado e a temática propagação do som. (Ex: Por que razão uma das personagens do filme coloca a mão no carril de caminho- de-ferro?)	3
II	Formulação de uma questão pouco clara, mas que evidencia a relação entre o vídeo apresentado e a temática propagação do som.	2
I	Formulação de uma questão que não relaciona o vídeo apresentado e a temática propagação do som.	1

<b>7</b>		<b>___/3</b>
III	<p>Seleção de informação, permitindo dar uma resposta completa à questão formulada. Utilização de linguagem cientificamente correta.</p> <p>Ex: Como, em geral, o valor da velocidade de propagação do som é maior nos sólidos do que nos gases, o som propaga-se mais rapidamente pelo carril (meio sólido) do que pelo ar (meio gasoso). Deste modo, a personagem do filme coloca a mão no carril para sentir as vibrações neste antes de ouvir o comboio.</p>	3
II	Seleção de informação, permitindo dar uma resposta incompleta ou com algumas incorreções ao nível da linguagem cientificamente, à questão formulada.	2
I	Seleção de informação que não permite responder à questão formulada.	1
<b>TOTAL</b>		<b>___/12</b>



**Instrumento de Avaliação – Tarefa 4 “Espetro sonoro”**

ESCOLA BÁSICA 2.º E 3.º CICLOS		
Ano letivo 2014/2015		
Instrumento de Avaliação – Tarefa 4 “Espetro sonoro”		
Questão	Descritores de Desempenho I, II, III	Cotação
2		___/3
III	Formulação de uma questão, que relaciona a capacidade dos elefantes em detetarem infrassons e a frequência das ondas sonoras emitidas na atividade sísmica. (Ex: Seria possível os elefantes na Tailândia e Sri Lanka terem detetado o sismo que originou o <i>tsunami</i> de 26 de dezembro de 2004?).	3
II	Formulação de uma questão relacionada com a capacidade dos elefantes em detetarem infrassons <b>ou</b> com a frequência das ondas sonoras emitidas na atividade sísmica.	2
I	Formulação de uma questão sobre o espectro sonoro, mas que não esteja relacionada nem com a capacidade dos elefantes em detetarem infrassons, nem com a frequência das ondas sonoras emitidas na atividade sísmica.	1
3		___/3

III	Seleção de informação, permitindo apresentar uma resposta completa à questão formulada. Utilização de linguagem cientificamente correta.  (Ex: Na atividade sísmica, podem ser emitidos sons com frequências extremamente baixas (até 20Hz), designados por infrassons. Os elefantes conseguem detetar infrassons. Logo, há possibilidade de os elefantes, na Tailândia e Sri Lanka terem detetado o sismo que originou o <i>tsunami</i> de 26 de dezembro de 2004.	3
II	Seleção de informação, permitindo apresentar uma resposta incompleta ou com algumas incorreções ao nível da linguagem científica, à questão formulada.	2
I	Seleção de informação que não permite responder à questão formulada.	1
<b>6</b>		<b>___/3</b>
III	Identificam, corretamente, a hipótese levantada pelos cientistas. (Ex: As baleias terem sido atraídas para as praias através do sonar das grandes embarcações.)	3
II	Identificam a hipótese levantada pelos cientistas com algumas incorreções gramaticais.	2
I	Apresentam uma hipótese relacionada com a notícia, mas não identificam a hipótese levantada pelos cientistas.	1
<b>7</b>		<b>___/3</b>
III	Apresentação de um resumo que fundamente a hipótese levantada pelos cientistas.	3

	(Ex: As baleias utilizam ultrassons, ondas sonoras de frequências bastante elevadas (acima dos 20 000 Hz), para se orientarem e para detetarem as suas presas. O sonar é um dispositivo utilizado nas embarcações que utiliza ultrassons para determinar a profundidade da água, localizar a presença de cardumes, etc. Através do envio de ultrassons em direção ao fundo do mar. Logo, é possível que as baleiras tenham sido atraídas para a praia pelo sonar das embarcações.)	
II	Apresentação de um resume incompleto para fundamentar a hipótese levantada pelos cientistas ou com algumas incorreções ao nível da linguagem científica.	2
I	Apresentação de um resume incompleto para fundamente a hipótese levantada pelos cientistas e com algumas incorreções ao nível da linguagem científica.	1
<b>TOTAL</b>		<b>____/12</b>

**Instrumento de Avaliação Tarefa 5 (Role play) – “Festival eletrónico no Bairro”**

<p align="center"><b>ESCOLA BÁSICA 2.º E 3.º CICLOS</b></p> <p align="center"><b>Ano letivo 2014/2015</b></p> <p align="center"><b>Instrumento de Avaliação Tarefa 5 (Role play) – “Festival eletrónico no Bairro”</b></p>				
<b>Indicador</b>	<b>Descritores de Desempenho I, II, III</b>			<b>Cotação</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
<b>Exposição da informação</b>	A maior parte da informação foi lida em vez de ser apresentada.	A informação foi apresentada e acompanhada da leitura de algumas notas.	A informação foi explicada e não lida.	____/3
<b>Argumentação</b>	Vários elementos do grupo tinham um conhecimento deficiente do conteúdo do seu trabalho OU foram incapazes de argumentar.	A maioria dos elementos do grupo revelou um bom conhecimento do conteúdo do seu trabalho e boas capacidades de argumentação.	Todos os elementos do grupo revelaram um conhecimento profundo conhecimento do seu trabalho e excelentes capacidades de argumentação.	____/3
<b>Ata</b>	Não apresenta as principais ideias discutidas e a posição final da turma face à questão colocada. Contudo,	Apresenta as principais ideias discutidas e a posição final da turma face à questão colocada. Contudo, não utilizam ao longo	Apresenta as principais ideias discutidas e a posição final da turma face à questão colocada. Utilizam linguagem científica e	____/3

	não utilizam linguagem científica e linguisticamente correta na escrita.	do documento linguagem científica e linguisticamente correta na escrita.	linguisticamente correta na escrita do documento.	
<b>TOTAL</b>				____/9

<p align="center"><b>ESCOLA BÁSICA 2.º E 3.º CICLOS</b></p> <p align="center"><b>Ano letivo 2014/2015</b></p>				
<b>Indicador</b>	<b>Descritores de Desempenho I, II, III</b>			<b>Cotação</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
<b>Exposição da informação</b>	A maior parte da informação foi lida em vez de ser apresentada.	A informação foi apresentada e acompanhada da leitura de algumas notas.	A informação foi explicada e não lida.	____/3
<b>Argumentação</b>	Vários elementos do grupo tinham um conhecimento deficiente do conteúdo do seu trabalho OU foram incapazes de argumentar.	A maioria dos elementos do grupo revelou um bom conhecimento do conteúdo do seu trabalho e boas capacidades de argumentação.	Todos os elementos do grupo revelaram um conhecimento profundo conhecimento do seu trabalho e excelentes capacidades de argumentação.	____/3
<b>Ata</b>	Não apresenta as principais ideias discutidas e a posição final da turma face à questão colocada. Contudo, não utilizam linguagem científica e linguisticamente correta na escrita.	Apresenta as principais ideias discutidas e a posição final da turma face à questão colocada. Contudo, não utilizam ao longo do documento linguagem científica e linguisticamente correta na escrita.	Apresenta as principais ideias discutidas e a posição final da turma face à questão colocada. Utilizam linguagem científica e linguisticamente correta na escrita do documento.	____/3
<b>TOTAL</b>				____/9

## Instrumento de Avaliação do Trabalho de grupo

<p align="center"><b>ESCOLA BÁSICA 2.º E 3.º CICLOS</b></p> <p align="center"><b>Ano letivo 2014/2015</b></p> <p align="center"><b>Tarefa 5 (Role play) – “Festival eletrónico no Bairro”</b></p>				
<b>Indicador</b>	<b>Descritores de Desempenho I, II, III</b>			<b>Cotação  (1 a 3)</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	
<b>Participação</b>	O aluno participa apenas quando é solicitado.	O aluno participa voluntariamente, mas apenas em situações ocasionais.	O aluno participa voluntariamente e sistematicamente nas atividades.	____/3
<b>Capacidade de ouvir os outros</b>	O aluno interrompe, por vezes, e faz comentários fora do contexto.	O aluno interrompe poucas vezes, mas com comentários fora do contexto.	O aluno não interrompe e quando o faz, tece comentários pertinentes	____/3
<b>Oralidade</b>	O aluno raramente utiliza termos e linguagem científica adequada.	O aluno utiliza, algumas vezes, linguagem e termos científicos adequados.	O aluno utiliza os termos e linguagem científica adequados.	____/3
<b>TOTAL</b>				____/9





# **APÊNDICE F**

---

## **TESTE E CRITÉRIOS DE CORREÇÃO**



## Ciências Físico-Químicas

### Teste de Avaliação

1. Os instrumentos musicais são fontes sonoras. Observa, atentamente, os seguintes instrumentos musicais.



Guitarra



Trompete



Xilofone



Maracas



Flauta



Violino

Agrupa os instrumentos musicais e atribui um nome a cada grupo. Justifica os grupos efetuados.

---

---

---

---

2. O Lucas construiu o instrumento musical apresentado na Figura 1.

**2.1** Considera que o Lucas transfere sempre a mesma energia para o elástico e que este está bem esticado. Ao dedilhar o elástico, o que verificará o Lucas:

**2.1.1** Se colocar os lápis mais próximos, de modo a diminuir o comprimento do elástico? Justifica a tua resposta.

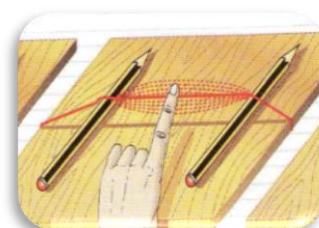


Figura 1 - Instrumento musical construído pelo Lucas.

---

---

---

**2.1.2** Se substituir o elástico do instrumento musical por outro com uma espessura superior? Justifica a tua resposta.

---

---

- 2.1.3** Se colocar o elástico menos esticado à volta do retângulo de madeira?  
Justifica a tua resposta.

---

---

---

---

- 2.2.** Qual será a frequência de vibração do elástico, se ele efetuar 700 vibrações em cada segundo?

---

---

- 3.** Se soprares no topo do gargalo de uma garrafa de vidro, contendo água no seu interior, podes fazer a garrafa emitir um som. Na verdade, usando várias garrafas com diferentes níveis de líquido no seu interior (Figura 2), é possível tocar uma música. Como explicas a diferença dos sons emitidos pelas diferentes garrafas?

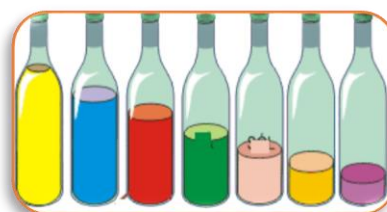


Figura 2 – Xilofone de garrafas.

---

---

---

---

---

- 4.** O principal instrumento musical do rock é a guitarra, já no grupo “Os Patifes”, o instrumento de eleição é o bombo (Figura 3). Os sons produzidos por esses dois instrumentos são inconfundíveis, mesmo se tiverem a mesma altura e a mesma intensidade.



Figura 3 – Os Patifes.

Qual é o atributo do som que permite distinguir o instrumento que está a ser tocado? Justifica a tua resposta.

5. Os astronautas na Lua poderão comunicar entre si como na Terra? Justifica a tua resposta.

---

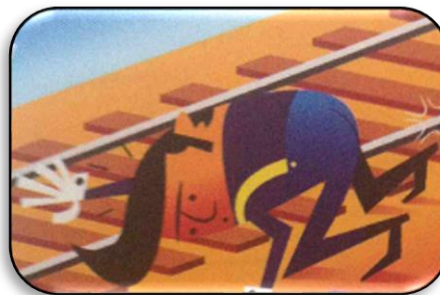
---

---

---

6. Observa a figura.

Por que razão o rapaz encosta o ouvido ao carril? Justifica a tua resposta.



---

---

---

---

7. A tabela apresenta o valor da velocidade de propagação do som no ar, a três temperaturas diferentes.

Temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ )	Velocidade de propagação do som (m/s)
10	331
20	343
30	350

- 7.1 O que podes concluir através da análise da tabela? Justifica a relação entre as duas grandezas.

---

---

---

---

---

**7.2** Determina a distância percorrida pelo som no ar, à temperatura de 20 °C, em 5 s. Apresenta os cálculos efetuados.

**8.** Lê, com atenção, o texto seguinte e responde às questões que são colocadas.

O ouvido humano só é sensível a sons com frequência compreendida entre 20 Hz e 20 000 Hz. Alguns animais detetam ondas sonoras com frequência inferior a 20 Hz. Por exemplo, os elefantes ouvem ondas sonoras que apresentem estas frequências extremamente baixas, produzidas nos tremores de terra e nas erupções vulcânicas. Outros animais, tais como os morcegos e os golfinhos detetam ondas sonoras com frequência superior a 20 000 Hz.

**8.1** De que trata o texto?

---

**8.2** De acordo com o texto, refere:

**8.2.1** Um animal capaz de ouvir ultrassons. \_\_\_\_\_

**8.2.2** Um animal capaz de ouvir infrassons. \_\_\_\_\_

Critérios de Correção Teste de Avaliação		
Questão		Cotação
1		27
	Agrupa, corretamente, os instrumentos musicais. (Guitarra e Violino; Trompete e Flauta; Xilofone e Maracas) <i>Retirar 1 pontos por cada instrumento agrupado de forma incorreta ou ausência.</i>	6
	Atribui, corretamente, o nome a cada grupo. (Instrumentos de cordas; Instrumentos de sopro; Instrumentos de percussão) ou (Cordofones; Aerofones; Idiofones) <i>Retirar 3 pontos por cada nome de grupo incorreto ou ausência.</i>	9
	Justifica, corretamente, os grupos efetuados. (Vibração das cordas; Vibração de colunas de ar; Vibração de partes metálicas, couro ou madeira;) <i>Retirar 4 pontos por cada justificação incorreta ou ausência.</i>	12
2		23
2.1		18
2.1.1		6
	O elástico produz um som mais agudo.	3
	Aumenta a frequência de vibração do elástico.	3
2.1.2		6
	O elástico produz um som mais grave.	3
	Diminui a frequência de vibração do elástico.	3
2.1.3		6
	O elástico produz um som mais grave.	3
	Diminui a frequência de vibração do elástico.	3
2.2	700 Hz	5
	700	4
	Hz	1
3	Conteúdo da resposta	7
	Ao soprar no topo de cada uma das garrafas, verifica-se que o som emitido difere em função do comprimento da coluna de ar.	2
	Quanto <b>maior é o comprimento da coluna de ar, menor é a frequência</b> de vibração e o som será <b>mais grave</b> . <u>Ou</u> Quanto <b>menor é o comprimento da coluna de ar, maior é a frequência</b> de vibração e o som será <b>mais agudo</b> .	3
Nível 2	Texto bem articulado e sem incorreções de linguagem científica	2
Nível 1	Dificuldade na articulação do texto. Algumas incorreções de linguagem científica.	1

<b>4</b>		<b>6</b>
	Refere o atributo correto “Timbre”.	2
	O timbre é o atributo que permite distinguir sons com igual altura e igual intensidade, produzidos por fontes sonoras diferentes.	4
<b>5</b>		<b>7</b>
	Não.	1
	Porque na Lua o som não se propaga devido à ausência de atmosfera e o som precisa de um meio material (sólido, líquido ou gasoso) para se propagar. <u>Ou</u> Porque na Lua não há corpúsculos na atmosfera para vibrarem.	4
	Texto bem articulado e sem incorreções de linguagem científica.	2
<b>Nível 1</b>	Dificuldade na articulação do texto. Algumas incorreções de linguagem científica.	1
<b>6</b>		<b>7</b>
	Para saber se o comboio está próximo.	1
	Como, em geral, o valor da velocidade de propagação do som é maior nos sólidos do que nos gases, o som propaga-se mais rapidamente pelo carril (meio sólido) do que pelo ar (meio gasoso). Deste modo, o rapaz sente as vibrações no carril antes de ouvir o comboio.	4
<b>Nível 2</b>	Texto bem articulado e sem incorreções de linguagem científica	2
<b>Nível 1</b>	Dificuldade na articulação do texto. Algumas incorreções de linguagem científica.	1
<b>7</b>		<b>14</b>
<b>7.1</b>		<b>7</b>
	Posso concluir que, quanto maior é a temperatura do ar, maior é o valor da velocidade de propagação do som.	2
	Quanto maior for a temperatura, maior será a agitação dos corpúsculos e mais fácil será a transferência de energia entre eles.	3
<b>Nível 2</b>	Texto bem articulado e sem incorreções de linguagem científica	2
<b>Nível 1</b>	Dificuldade na articulação do texto. Algumas incorreções de linguagem científica.	1
<b>7.2</b>		<b>7</b>
	$V_{\text{som}}$ (à temperatura de 20 °C) = 343 m/s	1
	<b>Determinar a distância percorrida pelo som:</b>  Utiliza a expressão matemática: $V_{\text{som}} = d/\Delta T$  Substitui corretamente os valores na expressão: $V_{\text{som}} = d/\Delta T \leftrightarrow d = 343 \text{ m/s} \times 5 \text{ s}$  <u>Ou</u> Se em 1 s o som percorre 343 m em 5 s percorre d. 1 s ----- 343 m 5 s ----- d	3  1  <u>Ou</u> 3



	$d = (343 \text{ m} \times 5 \text{ s}) / 1 \text{ s}$	1
	Resposta: a distância percorrida pelo som no ar, à temperatura de 20 °C, em 5 s é de <b>1715 m</b> . <i>Indica o valor da distância 1 ponto</i> <i>Apresenta as unidades 1 ponto</i>	2
<b>8</b>		<b>9</b>
<b>8.1</b>		5
	Espetro sonoro	
<b>8.2</b>		4
<b>8.2.1</b>	Morcego ou golfinho	2
<b>8.2.2</b>	Elefante	2
	<b>TOTAL</b>	<b>100</b>